

## 明細書

## デジタル地図の位置情報圧縮方法と装置

## 5 &lt;技術分野&gt;

本発明は、デジタル地図における道路などの位置情報のデータを圧縮する方法と、その方法を実施する装置に関し、特に、少ないデータ量で正確に位置が伝達できるようにするものである。

## 10 &lt;背景技術&gt;

従来から、VICS(道路交通情報通信システム)では、デジタル地図データベースを搭載する車両用ナビゲーション装置に対して、FM多重放送やビーコンを通じて、渋滞区間や旅行時間を示す道路交通情報の提供サービスを実施している。車両用ナビゲーション装置は、この道路交通情報を受信して、画面表示する地図に渋滞区間を色付けして表したり、目的地までの所用時間を算出して表示したりしている。

このように、道路交通情報を提供する場合には、デジタル地図上の道路の位置情報を伝えることが必要になる。また、現在地及び目的地の情報を受信して、最短時間で目的地まで到達できる推奨経路の情報を提供するサービスや、近年、研究が進められている、走行中の車両(プローブカー)から軌跡情報及び速度情報等を収集する道路交通情報収集システム(プローブ情報収集システム)においても、デジタル地図上の推奨経路や走行軌跡を相手方に正しく伝えることが必要である。

これまで、デジタル地図上の道路位置を伝える場合には、一般的に、道路に付されたリンク番号や、交差点などのノードを特定するノード番号が使用されている。しかし、道路網に定義したノード番号やリンク番号は、道路の新設や変更に伴って新しい番号に付け替える必要があり、それに応じて、各社で制作されるデジタル地図データも更新しなければならないため、ノード番号やリンク番号を用いる方式は、メンテナンスに多大な社会的コストが掛かることになる。

こうした点を改善するため、下記特許文献1(特開2003-23357号公報)では、ノード番号やリンク番号を用いずに、且つ、少ないデータ量でデジタル地図上の道路区間を伝える方法を提案している。

この方法では、伝えようとする道路区間上に一定距離間隔でサンプリング点を再設定し(これを「等距離リサンプル」と言う)、各サンプリング点の位置データを順番に並べたデータ列に対して圧縮符号化の処理を施し、圧縮符号化したデータを送信する。これを受信した受信側は、サンプリング点の位置データのデータ列を復元し、この位置データと自己のデジタル地図データとのマップマッチングを実施して道路区間を特定する。

あるいは、受信側でサンプリング点の位置データを復号化して、自己のデジタル地図上にサンプリング点を繋げたリサンプル形状を表示し、また、伝えられた道路区間を正確に特定するために、サンプリング点の位置データと自己のデジタル地図データとのマップマッチングを実施して自己のデジタル地図データ上で対象道路を特定する。

位置データのデータ列に対する圧縮符号化は、次に示すように、①位置データの単一変数への変換、②単一変数で表わした値の統計的に偏りを持つ値への変換、③変換した値の可変長符号化、の順に行われる。

#### ① 位置データの単一変数への変換

図34(a)には、等距離リサンプルで設定した道路区間上のサンプリング点をPJ-1、PJで表している。このサンプリング点(PJ)は、隣接するサンプリング点(PJ-1)からの距離(リサンプル長)Lと角度 $\Theta$ との2つのディメンションで一意に特定することができ、距離を一定(L)とすると、サンプリング点(PJ)は、隣接サンプリング点(PJ-1)からの角度成分 $\Theta$ のみの1変数で表現することができる。図34(a)では、この角度 $\Theta$ として、真北(図の上方)の方位を0度とし、時計回りに0~360度の範囲で大きさを指定する「絶対方位」による角度 $\Theta$ を示している。この角度 $\Theta_{j-1}$ は、PJ-1、PJのxy座標(緯度・経度)を( $x_{j-1}$ ,  $y_{j-1}$ )、( $x_j$ ,  $y_j$ )とすると、次式により算出することができる。

$$\Theta_{j-1} = \tan^{-1}\{(x_j - x_{j-1}) / (y_j - y_{j-1})\}$$

従って、道路区間は、サンプリング点間の一定距離L、及び、始端または終端となるサンプリング点(基準点)の緯度・経度を別に示すことにより、各サンプリング点の角度成分のデータ列により表わすことができる。

## ② 単一変数値の統計的に偏りを持つ値への変換

各サンプリング点の単一変数値が、可変長符号化に適した、統計的に偏在する値となるように、図34(b)に示すように、各サンプリング点の角度成分を、隣接するサンプリング点の角度成分との変位差、即ち、「偏角」 $\theta_j$ によって表現する。この偏角  $\theta_j$  は、

$$\theta_j = \Theta_j - \Theta_{j-1}$$

として算出される。道路が直線的である場合に、各サンプリング点の偏角  $\theta$  は0付近に集中し、統計的に偏りを持つデータとなる。

また、サンプリング点の角度成分は、図34(c)に示すように、着目するサンプリング点P  
Jの偏角  $\theta_j$ を、それ以前のサンプリング点PJ-1、PJ-2、…の偏角  $\theta_{j-1}$ 、 $\theta_{j-2}$ 、…を用いて予測した当該サンプリング点PJの偏角予測値 $S_j$ (統計予測値)との差分値(偏角予測差分値)  $\Delta \theta_j$ で表わすことにより、統計的に偏りを持つデータに変換することができる。統計予測値 $S_j$ は、例えば、

$$S_j = \theta_{j-1}$$

と定義したり、

$$S_j = (\theta_{j-1} + \theta_{j-2}) / 2$$

と定義したりすることができる。また、過去 $n$ 個のサンプリング点における偏角の加重平均を $S_j$ と定義しても良い。偏角予測差分値  $\Delta \theta_j$ は、

$$\Delta \theta_j = \theta_j - S_j$$

として算出される。道路が一定の曲率で湾曲している場合には、各サンプリング点の偏角予測差分値  $\Delta \theta$  は0付近に集中し、統計的に偏りを持つデータとなる。

図34(d)は、直線的な道路区間を偏角  $\theta$  で表示した場合、及び、曲線的な道路区間を偏角予測差分値  $\Delta \theta$  で表示した場合のデータの発生頻度をグラフ化して示している。 $\theta$  及び  $\Delta \theta$  の発生頻度は  $\theta = 0^\circ$  に極大が現れ、統計的に偏りを持っている。

## ③ 可変長符号化

次に、統計的に偏りを持つ値に変換したデータ列の値を可変長符号化する。可変長符号化方法には、固定数値圧縮法(0圧縮等)、シャノン・ファノ符号法、ハフマン符号法、算術符号法、辞書法など多種存在し、いずれの方法を用いてもよい。

ここでは、最も一般的なハフマン符号法を用いる場合について説明する。

- 5 この可変長符号化では、発生頻度が高いデータを少ないビット数で符号化し、発生頻度が低いデータを多いビット数で符号化して、トータルのデータ量を削減する。このデータと符号との関係は、符号表で定義する。

いま、 $1^\circ$  単位で表わした道路区間のサンプリング点における  $\Delta \theta$  の並びが

“0\_0\_-2\_0\_0\_+1\_0\_0\_-1\_0\_+5\_0\_0\_0\_+1\_0”

- 10 であるとする。このデータ列を符号化するために、可変長符号化とランレングス符号化(連長符号化)とを組み合わせた図35に示す符号表を用いる場合について説明する。この符号表では、最小角度分解能( $\delta$ )を $3^\circ$  に設定しており、 $-1^\circ \sim +1^\circ$  の範囲にある  $\Delta \theta$  を $0^\circ$  として符号「0」で表し、 $0^\circ$  が5個連続するときは符号「100」で表わし、 $0^\circ$  が10個連続するときは符号「1101」で表わすことを規定している。また、 $\pm 2^\circ \sim$
- 15  $4^\circ$  の範囲にある  $\Delta \theta$  は $\pm 3^\circ$  として、符号「1110」に、+のときは付加ビット「0」を、-のときは付加ビット「1」を加えて表し、 $\pm 5^\circ \sim 7^\circ$  の範囲にある  $\Delta \theta$  は $\pm 6^\circ$  として、符号「111100」に正負を示す付加ビットを加えて表し、また、 $\pm 8^\circ \sim 10^\circ$  の範囲にある  $\Delta \theta$  は $\pm 9^\circ$  として、符号「111101」に正負を示す付加ビットを加えて表わすことを規定している。

- 20 そのため、前記データ列は、次のように符号化される。

“0\_0\_11101\_100\_0\_0\_1111000\_100”

→“00111011100001111000100”

- このデータを受信した受信側は、符号化で使用されたものと同一の符号表を用いて  $\Delta \theta$  のデータ列を復元し、送信側と逆の処理を行って、サンプリング点の位置データを
- 25 再現する。

このように、データを符号化することにより、伝送データ量の削減が可能である。

また、前記特許文献1では、等距離リサンプルにおける一定距離 $L$ を、道路形状の曲率の大小を目安に設定することを提案している。即ち、曲率が大きい、カーブした道路、あるいは、そうした道路が多い山間部等の道路を対象としてリサンプルする場合には、

- 等距離リサンプルの距離 $L$ を短く設定し、曲率が小さい、直線的な道路、あるいは、そうした道路が多い都市部の道路を対象としてリサンプルする場合には、距離 $L$ を長く設定する。これは、曲率が大きく、カーブがきつい道路を長い距離でリサンプルすると、特徴的な道路形状を示す位置にサンプリング点を配置することができなくなり、受信側で誤マッチングが発生する可能性が高くなるためである。

- しかし、従来のリサンプル方法では、伝達する道路形状(元形状データ)からの距離誤差ができるだけ小さくなるようにサンプリング点を設定しているため、図15(a)(b)に示すように、元形状データ(点線)が右回り、または左回りにカーブしていると、サンプリング点を繋ぐリサンプル形状(実線)が、全体的にカーブの中心側に若干寄った形を取る。このリサンプル形状と元形状との乖離は、リサンプル長が長くなる程、拡大する。そのため、この乖離を小さくしようとすると、リサンプル長を短く設定しなければならないが、そうすると、伝送データ量が増大する。しかも、リサンプル長を幾ら短く設定しても、この乖離を完全に無くすことは原理的に不可能である。

- さらに、デジタル地図上の道路形状を伝えるために、サンプリング点の位置を示す角度成分を角度分解能  $\delta$  で表し(即ち、 $\delta$  単位で量子化し)、圧縮符号化して伝送する場合には、次のような課題が存在する。

- ①角度成分のデータ量は、角度分解能  $\delta$  を大きく設定すること(即ち、量子化単位  $\delta$  を大きく設定すること)によって削減できる。前述の説明では  $\delta = 3^\circ$  の例を示したが、 $\delta = 6^\circ$  とすれば更にデータ量を減らすことができる。しかし、角度分解能  $\delta$  を大きく設定すると、量子化誤差が大きくなり、受信側での誤マッチングの可能性が高くなる。

- 例えば、図36に示すように、点PJ-1から距離 $L$ だけ離れた位置に点PJをリサンプルする場合では、角度分解能を  $\delta$  とすると、点PJの第1の候補点P'Jと、隣接する第2の候補点P''Jとの間の角度が  $\delta$  になる。この内、道路形状に近い方の候補点P'Jがサンプリング点として選択されるので、サンプリング点と道路形状との間の距離(即ち、誤差)  $E_a$ は、

$$\text{誤差 } E_a \text{ の最大値} \doteq L \times |\sin(\delta/2)|$$

となり、角度分解能  $\delta$  が大きい程、誤差  $E_a$  が大きくなり、受信側での誤マッチングの可能性が高くなる。

そのため、データ量が少なく、且つ、道路形状からの誤差も少なくなるようにリサンプルすることが求められる。

- ②サンプリング点の位置を示す角度成分を  $\delta$  単位で量子化する場合は、図37に示すように、サンプリング点PJが何らかの事情で直線的な道路上から外れると、次のサンプリング点PJ+1は、道路形状からの「ずれ」を  $\delta$  単位で補償しようとして、結果的に道路の反対側にずれた状態でリサンプルされ、これが繰り返されて、直線的な道路に対し、リサンプルによってサンプリング点がジグザグに配置される現象が発生する。

こうした「ジグザグ現象」は、受信側に道路形状を正しく伝達する際の妨げとなり、また、データの圧縮率を低下させる。

- ③道路形状をサンプリング点の偏角または偏角予測差分値で表して送信する場合は、道路の線形形状をリサンプルした後、サンプリング点の位置を示す偏角または偏角予測差分値を量子化すると、量子化によって生じる誤差が後の方位に影響を与えるため、受信側で再現する形状が元の形状から大幅にずれることがある。

#### 15 <発明の開示>

本発明は、こうした課題を解決するものであり、デジタル地図上の道路などの位置情報を表すデータであって、少ないデータ量で元の形状を正確に再現できる圧縮データを生成することができるデジタル地図の位置情報圧縮方法を提供し、また、その方法を実施する装置を提供することを目的としている。

- そこで、本発明のベクトルデータの圧縮方法では、サンプリング点間を繋ぐ直線とベクトル形状との距離誤差が前記直線の長さ方向の左右の一方に偏らないように、ベクトル形状を一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、ベクトル形状を、サンプリング点の位置を示す角度情報のデータ列で表し、このデータ列のデータを可変長符号化するようにしている。

- この圧縮データが伝えられた受信側では、元のベクトル形状に最も近似した形状を再現することができる。また、あらかじめ決められた許容誤差を超えずに、リサンプル長をより長く取ることができ、伝送データの圧縮率を高めることができる。

また、本発明では、情報提供装置に、デジタル地図データベースから対象道路の道路形状データを抽出する形状データ抽出手段と、サンプリング点間を繋ぐ直線と道路形

状データとの距離誤差が前記直線の左右の一方に偏らないように、道路形状データを一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、対象道路を、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表す形状データリサンプル処理手段と、前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段と、可変長符号化手段が符号化したデータを提供する提供手段とを設けている。

この情報提供装置は、本発明のベクトルデータの圧縮方法を用いて交通情報の対象道路や目的地までの経路情報などを圧縮し、提供することができる。

また、本発明では、プローブカー車載機に、自車位置を検出する自車位置検出手段と、自車位置検出手段が検出した自車位置を順次、走行軌跡として蓄積する蓄積手段と、サンプリング点間を繋ぐ直線と走行軌跡との距離誤差が前記直線の左右の一方に偏らないように、走行軌跡を一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、走行軌跡を、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表す走行軌跡リサンプル処理手段と、前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段と、可変長符号化手段が符号化したデータを送信する送信手段とを設けている。

このプローブカー車載機は、本発明のベクトルデータの圧縮方法を用いて走行軌跡データを圧縮し、プローブ情報収集センタに提供することができる。

また、本発明のデジタル地図の位置情報圧縮方法では、角度の量子化単位となる角度分解能を、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長の長さに応じて設定し、デジタル地図に含まれる線形形状を一または複数の区間に分け、区間内の線形形状を一定のリサンプル長でリサンプルして、前記線形形状の位置を、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表し、前記データ列のデータを可変長符号化するようにしている。

このように、角度分解能とリサンプル長とを連動させて、リサンプル長が長い場合は角度分解能を小さくし、リサンプル長が短い場合は角度分解能を大きくすることにより、道路などの位置情報を、少ないデータ量で、正確に伝えることが可能になる。

また、本発明では、角度分解能の大きさを、偏角の絶対値の大きさに応じて変更し、偏角の絶対値が小さいときの角度分解能を小さく設定している。

こうすることで、「ジグザグ現象」を抑えることができる。

また、本発明では、線形形状をリサンプルするとき、隣接するサンプリング点から、量子化した角度が取り得る各方向のリサンプル長だけ離れた位置に複数の候補点を設定し、前記候補点の中で線形形状に最も近い候補点をサンプリング点に設定している。

- 5      こうすることで、量子化によって生じる誤差が後の方位に影響を与える状態を回避することができ、再現形状が元の形状から大きくずれることを防ぐことができる。

- また、本発明では、情報提供装置に、角度の量子化単位となる角度分解能を、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長の長さに応じて設定する角度分解能決定手段と、デジタル地図に含まれる対象道路の道路形状を一または複数の区間に分け、区間内の道路形状を、一定のリサンプル長と、前記リサンプル長の長さに応じて設定された角  
10    度分解能とを用いてリサンプルし、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列を生成する形状データリサンプル処理手段と、前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段とを設け、対象道路の位置情報として、可変長符号化手段で符号化したデータを提供するように構成している。

- この情報提供装置は、本発明のデジタル地図の位置情報圧縮方法を用いて、交通情  
15    報の対象道路や目的地までの経路情報などのデータを圧縮して提供することができる。

- また、本発明では、プローブカー車載機に、自車位置を検出する自車位置判定手段と、走行軌跡を蓄積する蓄積手段と、走行軌跡の形状または車両に搭載されたセンサー情報に基づいて、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長を決定し、角度の量子化単位となる角度分解能をリサンプル長の長さに応じて決定するリサンプル長角度分解能  
20    決定手段と、リサンプル長角度分解能決定手段が決定したリサンプル長と角度分解能とを用いて走行軌跡をリサンプルし、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列を生成する走行軌跡リサンプル処理手段と、このデータ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段とを設け、走行軌跡の情報として、可変長符号化手段で符号化したデータを提供するように構成している。

- 25    このプローブカー車載機は、本発明のデジタル地図の位置情報圧縮方法を用いて、走行軌跡のデータを圧縮し、プローブ情報収集センタに提供することができる。

<図面の簡単な説明>



図1は、本発明の実施形態におけるリサンプル方法で生成されるリサンプル形状を示す図；

図2は、本発明の第1の実施形態におけるリサンプル方法を説明する図；

図3は、本発明の第1の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

5 図4は、道路形状の曲率と等距離リサンプルのリサンプル長との関係を示す図；

図5は、本発明の第1の実施形態におけるリサンプル方法で用いるリサンプル長と角度分解能  $\delta$  との関係を示す図；

図6は、本発明の第1の実施形態におけるリサンプル方法で設定する候補点を説明する図；

10 図7は、本発明の第2の実施形態におけるリサンプル方法を説明する図；

図8は、本発明の第2の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

図9は、本発明の第3の実施形態におけるリサンプル方法を説明する図；

図10は、本発明の第3の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

図11は、本発明の第4の実施形態におけるリサンプル方法を説明する図；

15 図12は、本発明の第4の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

図13は、本発明の第5の実施形態における交通情報提供システムの構成を示すブロック図；

図14は、本発明の第6の実施形態におけるプローブ情報収集システムの構成を示すブロック図；

20 図15は、従来のリサンプル方法の問題点を説明する図；

図16は、本発明の第7の実施形態におけるリサンプル方法で用いるリサンプル長と角度分解能  $\delta$  との関係を示す図；

図17は、本発明の第7の実施形態における交通情報提供システムの構成を示すブロック図；

25 図18は、本発明の第7の実施形態におけるリサンプル方法で用いる角度分解能の定義表を示す図；

図19は、本発明の第7の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

図20は、リサンプル長及び角度分解能  $\delta$  と距離誤差との関係を示す図；

図21は、本発明の第7の実施形態におけるリサンプル方法でリサンプル長の切り替えが行われる道路形状を示す図；

図22は、本発明の第7の実施形態においてリサンプル点を設定する手順を説明する図；

5 図23は、本発明の第7の実施形態におけるリサンプル方法で得られるデータの統計的偏りを示す図；

図24は、リサンプル長が短い場合に、角度分解能  $\delta$  を変えたときのリサンプル形状の変化を、実際のデジタル地図をプリントアウトしたものの比較によって示したもの；

10 図25は、リサンプル長が長い場合に、角度分解能  $\delta$  を変えたときのリサンプル形状の変化を、実際のデジタル地図をプリントアウトしたものの比較によって示したもの；

図26は、山岳道路及び高速道路をリサンプルしたときの角度分解能  $\delta$  に応じたデータサイズを示す図；

図27は、ジグザグ形状を示すリサンプル形状(a)と、本発明の第8の実施形態におけるリサンプル方法で得られるリサンプル形状(b)とを示す図；

15 図28は、本発明の第8の実施形態におけるリサンプル方法で用いるリサンプル長と角度分解能  $\delta$  との関係を示す図；

図29は、本発明の第8の実施形態におけるリサンプル方法で用いる角度分解能の定義表を示す図；

図30は、本発明の第8の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

20 図31は、本発明の第9の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

図32は、本発明の第10の実施形態におけるリサンプル方法の手順を示すフロー図；

図33は、本発明の第11の実施形態におけるプローブ情報収集システムの構成を示すブロック図；

25 図34は、サンプリング点を角度成分で表す方法を説明する図；

図35は、形状データの可変長符号化に用いる符号表を示す図；

図36は、サンプリング点と道路形状との距離誤差の大きさを説明する図； および

図37は、リサンプル形状のジグザグ状態を説明する図；

である。

また、図中の参照番号は、

- 20 情報送信装置; 21 事象情報入力部; 22 デジタル地図データベースA;  
23 形状データ抽出部; 24 許容誤差決定部; 25 リサンプル長角度分解能決  
5 定部; 26 形状データリサンプル処理部; 27 圧縮データ蓄積部; 28 可変  
長符号化処理部; 29 形状データ送信部; 40 情報活用装置; 41 形状デー  
タ受信部; 42 符号化データ復号部; 43 形状データ復元部; 44 情報活用  
部; 45 マップマッチング部; 46 デジタル地図データベースB; 50 プローブ情  
報収集センタ; 51 走行軌跡受信部; 52 符号化データ復号部; 53 走行軌  
10 跡形状復元部; 54 走行軌跡計測情報活用部; 60 プローブカー車載機; 6  
1 自車位置判定部; 62 走行軌跡蓄積部; 63 走行軌跡形状リサンプル処理  
部; 64 可変長符号化処理部; 65 圧縮データ蓄積部; 66 走行軌跡送信  
部; 67 許容誤差決定部; 68 リサンプル長角度分解能決定部; 69 デジタ  
ル地図データベース; 70 速度検出センサ; 71 ハンドル舵角検出センサ; 72  
15 横Gセンサ; 73 GPSアンテナ;および、 74 ジャイロ  
を示すものである。

#### <発明を実施するための最良の形態>

本発明の実施形態では、送信側から受信側にデジタル地図の道路形状を伝える場合  
20 について説明する。

本発明の実施形態におけるデータ圧縮方法では、リサンプルにおいて、図1に示すよ  
うに、二つのサンプリング点(黒丸)の間を繋ぐ直線(リサンプル形状)が、その区間の道  
路形状(元形状データ)の曲線を最も代表化するようにサンプリング点を設定する。

元形状の曲線を最も代表化する直線とは、元形状との距離誤差がその直線の左右に  
25 均等に存在している直線である。こうした直線(リサンプル形状)を得るためのリサンプル  
方法の幾つかを以下の実施形態で説明する。

#### (第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態におけるリサンプル方法では、サンプリング点間を結ぶ直線と元形状との間の面積に着目してサンプリング点を設定する。

道路形状のリサンプルは、リサンプル長 $L$ と角度分解能(即ち、サンプリング点の位置情報を角度表現する場合の量子化単位)  $\delta$  とを決めてから、対象道路に対して等距離  
5 リサンプルを行う。

リサンプル長 $L$ は、曲率が大い、カーブした道路、あるいは、そうした道路が多い山間部等の道路をリサンプルの対象とするときは短く設定し、曲率が小さい、直線的な道路、あるいは、そうした道路が多い都市部の道路を対象とするときは、長く設定する。例えば、図4に示すように、道路形状の曲率が小さい区間を等距離リサンプルするリサンプル  
10 ル長 $L_1$ は、曲率が大い区間を等距離リサンプルするリサンプル長 $L_2$ より長く設定する。

角度分解能  $\delta$  は、リサンプル長に依らず一定に設定し、あるいは、リサンプル長 $L$ に応じて角度分解能  $\delta$  の大きさを変え、リサンプル長 $L$ が長いときに角度分解能  $\delta$  を小さく、リサンプル長 $L$ が短いときに角度分解能  $\delta$  を大きく設定する。このようにリサンプル  
15 長 $L$ に応じて角度分解能  $\delta$  を変える場合には、リサンプル長 $L$ が長いときでも、サンプリング点の道路位置からのずれを小さくすることができ、また、リサンプル長 $L$ が短いときでも、データサイズの増大を抑えることができる。

図5は、リサンプル長 $L$ に応じて角度分解能(量子化単位)  $\delta$  を変える場合のリサンプル長 $L$ と角度分解能  $\delta$  との関係を模式的に示している。円の半径はリサンプル長 $L$ を表し、複数に分割された各扇形の中心角が  $\delta$  を表している。図5(b)のリサンプル長 $L_b$   
20 は、図5(a)のリサンプル長 $L_a$ の2倍の長さを有しており、また、図5(b)における角度分解能  $\delta_b$ は、図5(b)の各扇形の弧の長さが、図5(a)の各扇形の弧の長さと同しくなるように設定している。この場合、 $\delta_b$ は、 $\delta_a$ の略1/2である。そのため、180° の範囲の角度が、図5(a)では9個の量子化量で表され、また、図5(b)では、17個の量子化量で表される。

また、量子化された範囲の角度は、全てその量子化量を代表する角度(代表化角度)に丸める。代表化角度には、対応する量子化範囲の中央値(または最大値、最小値、若しくは、あらかじめ決めた値)を設定する。図5(a)には、+3で表された量子化範囲の代表化角度を点線の矢印で示している。また、各量子化範囲の代表化角度は、偏角0からの量子化値(0、+1、-1、+2、-2、...)で表す。従って、図5(a)の $L_a$ 及び  $\delta_a$   
25

でリサンプルする場合は、 $180^\circ$  の範囲の角度が $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$ の9個の量子化値で表され、図5(b)の $Lb$ 及び $\delta b$ でリサンプルする場合は、 $180^\circ$  の範囲の角度が $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 8$ の17個の量子化値で表される。

図6は、決定したリサンプル長 $L$ 及び角度分解能 $\delta$ を用いて対象道路をリサンプルする様子を示している。サンプリング点 $PJ-1$ から次のサンプリング点 $PJ$ をリサンプルする場合に、サンプリング点 $PJ-1$ から各量子化範囲の代表化角度の方向に延びる線上で、サンプリング点 $PJ-1$ からリサンプル長 $L$ だけ離れた地点をサンプリング点 $PJ$ の候補点として仮設定し、この候補点の中からサンプリング点 $PJ$ を選択する。従来のリサンプル方法では、このとき道路形状に最も近い候補点がサンプリング点 $PJ$ として設定される。

- 10 これに対して、この実施形態のリサンプル方法では、図2に示すように、サンプリング点 $PJ$ の候補点(候補点A、B)から道路形状(元形状データ)までの距離だけでなく、サンプリング点 $PJ-1$ 及び候補点A(または候補点B)を結ぶ直線(1A、1B)と元形状データとの間の面積を評価して、候補点の中からサンプリング点 $PJ$ を選択する。図2(a)は、サンプリング点 $PJ-1$ 及び候補点Aを結ぶ直線1Aと元形状データとの間の面積(直線1Aと、
- 15 元形状と、サンプリング点 $PJ-1$ 及び候補点Aを通り、直線1Aに直交する垂線とで囲まれた面積)を示し、図2(b)は、サンプリング点 $PJ-1$ 及び候補点Bを結ぶ直線1Bと元形状データとの間の面積(直線1Bと、元形状と、サンプリング点 $PJ-1$ 及び候補点Bを通り、直線1Bに直交する垂線とで囲まれた面積)を示している。

- 各候補点に対する評価は、例えば次式(1)の評価式で行い、最も評価値が小さい候補点をサンプリング点 $PJ$ として採用する。

$$\text{候補点}n\text{の評価値} = \alpha D_n + \beta (|S_{nr} - S_{nl}|) \quad (1)$$

ただし、

$D_n$ : 候補点 $n$ から元形状までの距離(候補点 $n$ を通り、サンプリング点 $PJ-1$ と候補点 $n$ とを結ぶ直線に直交する垂線の候補点 $n$ から元形状までの距離)

- 25  $S_{nr}$ : サンプリング点 $PJ-1$ と候補点 $n$ とを結ぶ直線の右側に位置する、前記直線と元形状データとの間の面積

$S_{nl}$ : サンプリング点 $PJ-1$ と候補点 $n$ とを結ぶ直線の左側に位置する、前記直線と元形状データとの間の面積

$\alpha, \beta$ : 設定定数である。

ここで、 $|S_{nr} - S_{nl}|$  は、サンプリング点PJ-1と候補点nとを結ぶ直線lnの右側の面積を正、左側の面積を負として、直線lnと元形状との間の面積を合計した合計値の絶対値である。この値は、直線lnを座標軸と見て元形状データのグラフの積分を取ることで算出できる。

5 図3のフロー図は、このリサンプルの手順を示している。

対象道路をリサンプルするためのリサンプル長L、角度分解能  $\delta$  及び代表化角度を決定する(ステップ1)。次いで、対象道路の始端をサンプリング点に設定して、順次、隣接サンプリング点PJ-1から各量子化範囲の代表化角度の方向に延びる直線上で、隣接サンプリング点PJ-1からの距離がLである地点をサンプリング点PJの候補点として設定する(ステップ2)。次に、各候補点と元形状データとの距離Dnを算出し(ステップ3)、隣接サンプリング点から候補点のそれぞれに至る直線と元形状データとの間にできる左

10 右面積差の絶対値Snを算出し(ステップ4)、得られたDnとSnとを用いて、評価式(1)により評価値を算出し(ステップ5)、最も評価値が良い(評価式(1)を用いる場合は、評価値が最も小さい)候補点をサンプリング点PJと決定する(ステップ6)。図2の場合では、

15 候補点Aの方が候補点Bより元形状から離れているが、評価式(1)で算出した評価値は、候補点Aの方が候補点Bより小さいため、候補点Aがサンプリング点PJとして採用される。

この手順を対象道路の終端に達するまで繰り返す(ステップ7)。

こうしたリサンプルを行うと、元形状がカーブしている場合に、リサンプル形状のノード

20 点となるサンプリング点は、元形状から多少外れた位置に設定されるが、サンプリング点間を繋ぐリサンプル形状の直線は、図1に示すように、元形状の曲線を最も代表化した直線となる。

そのため、このリサンプル形状のデータが伝えられた受信側では、元形状に最も近似した形状を再現することができる。

25 また、このリサンプル方法では、図2(a)に示すように、リサンプル形状と元形状データとの誤差を、リサンプル形状の左右に均等に割り振ることができる(言い換えると、元形状の中心を通るようにリサンプル形状を選ぶことができる)ため、図2(b)のように、誤差がリサンプル形状の片側に寄っている場合に比べて、誤差の最大値を小さく抑えることができる。そのため、リサンプル長を長く取った場合でも、この誤差を、あらかじめ決めら

れた許容誤差以内に収めることが可能である。つまり、あらかじめ決められた許容誤差を超えずに、リサンプル長をより長く取ることができ、伝送データの圧縮率を高めることができる。

## 5 (第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態におけるリサンプル方法では、サンプリング点の設定に当たって、面積の代わりに、リサンプル形状の左右に位置する元形状の線分の長さを考慮する。

このリサンプル方法において、サンプリング点の候補点を設定するまでの手順は、第1  
10 の実施形態と変わりが無い。複数の候補点の設定が終了すると、その中から、図7に示すように、候補点から道路形状(元形状データ)までの距離DA、DBと、直線1A、1Bにより左右に分断される元形状の線分の長さを考慮して、候補点の中からサンプリング点を選択する。

この場合、評価式として次式(2)を用い、最も評価値が小さい候補点をサンプリング点  
15 PJとして採用する。

$$\text{候補点}n\text{の評価値} = \alpha D_n + \beta (|L_{nr} - L_{nl}|) \quad (2)$$

ただし、

$D_n$ : 候補点 $n$ から元形状までの距離

$L_{nr}$ : サンプリング点PJ-1と候補点 $n$ とを結ぶ直線の右側に位置する元形状の線分  
20 長さ(図7では太実線で表示)

$L_{nl}$ : サンプリング点PJ-1と候補点 $n$ とを結ぶ直線の左側に位置する元形状の線分  
長さ(図7では太点線で表示)

$\alpha$ 、 $\beta$ : 設定定数

である。

25 ここで、 $|L_{nr} - L_{nl}|$ は、サンプリング点PJ-1と候補点 $n$ とを結ぶ直線 $ln$ の右側に位置する元形状の線分長さを正、左側に位置する元形状の線分長さを負として、元形状の線分の長さを合計した合計値の絶対値である。

図8のフロー図は、このリサンプルの手順を示している。ステップ1からステップ3までの手順は、第1の実施形態(図3)と同じである。即ち、対象道路をリサンプルするためのリ

サンプル長 $L$ 、角度分解能  $\delta$  及び代表化角度を決定し(ステップ1)、隣接サンプリング点 $P_{J-1}$  から各量子化範囲の代表化角度の方向に延びる直線上で、隣接サンプリング点 $P_{J-1}$  からの距離が $L$ である地点にサンプリング点 $P_J$  の候補点を設定し(ステップ2)、各候補点と元形状データとの距離 $D_n$ を算出する(ステップ3)。

- 5 次いで、隣接サンプリング点から候補点のそれぞれに至る直線が分断する元形状の線分長さに着目し、その直線の右側の線分長さと左側の線分長さとの差分の絶対値 $L_n$ を算出し(ステップ4)、 $D_n$ と $L_n$ とを用いて、評価式(2)により評価値を算出し(ステップ5)、最も評価値が良い(評価式(2)を用いる場合は、評価値が最も小さい)候補点をサンプリング点 $P_J$ と決定する(ステップ6)。図7の場合では、候補点Aの方が候補点Bより
- 10 元形状から離れているが、評価式(2)で算出した評価値は、候補点Aの方が候補点Bより小さいため、候補点Aがサンプリング点 $P_J$ として採用される。

この手順を対象道路の終端に達するまで繰り返す(ステップ7)。

このリサンプル方法を採る場合も、第1の実施形態と同様に、サンプリング点間を繋ぐリサンプル形状の直線は、図1に示すように、元形状の曲線を最も代表化した直線となる。

- 15 そのため、このリサンプル形状のデータが伝えられた受信側では、元形状に最も近似した形状を再現することができる。また、あらかじめ決められた許容誤差を超えずに、リサンプル長をより長く取ることができ、伝送データの圧縮率を高めることができる。

### (第3の実施形態)

- 20 本発明の第3の実施形態におけるリサンプル方法では、リサンプル形状と元形状との最大誤差を考慮してサンプリング点を設定する。

- このリサンプル方法において、サンプリング点の候補点を設定するまでの手順は、第1の実施形態と変わりが無い。複数の候補点の設定が終了すると、その中から、図9に示すように、候補点から道路形状(元形状データ)までの距離 $DA$ 、 $DB$ と、直線 $1A$ 、 $1B$ の
- 25 左右における最大誤差(即ち、直線 $1A$ 、 $1B$ から形状データまでの最大距離)のバランスとを考慮して、候補点の中からサンプリング点を選択する。

この場合、評価式として次式(3)を用い、最も評価値が小さい候補点をサンプリング点 $P_J$ として採用する。

$$\text{候補点}n\text{の評価値} = \alpha D_n + \beta (|E_{nr} - E_{nl}|) \quad (3)$$



ただし、

$D_n$ : 候補点 $n$ から元形状までの距離

$En_r$ : サンプリング点 $P_{J-1}$ と候補点 $n$ とを結ぶ直線の右側に位置する元形状までの最大誤差(図9では $E_{ar}$ 、 $E_{br}$ と表示)

5       $En_l$ : サンプリング点 $P_{J-1}$ と候補点 $n$ とを結ぶ直線の左側に位置する元形状までの最大誤差(図9では $E_{al}$ 、 $E_{bl}$ と表示)

$\alpha$ 、 $\beta$ : 設定定数

である。

10      ここで、 $|En_r - En_l|$  は、サンプリング点 $P_{J-1}$ と候補点 $n$ とを結ぶ直線 $ln$ の右側に位置する元形状までの最大誤差を正、左側に位置する元形状までの最大誤差を負として、これらの最大誤差を合計した合計値の絶対値である。

図10のフロー図は、このリサンプルの手順を示している。ステップ1からステップ3までの手順は、第1の実施形態(図3)と同じである。即ち、対象道路をリサンプルするためのリサンプル長 $L$ 、角度分解能  $\delta$  及び代表化角度を決定し(ステップ1)、隣接サンプリン

15      グ点 $P_{J-1}$ から各量子化範囲の代表化角度の方向に延びる直線上で、隣接サンプリン

グ点 $P_{J-1}$ からの距離が $L$ である地点にサンプリング点 $P_J$ の候補点を設定し(ステップ2)、各候補点と元形状データとの距離 $D_n$ を算出する(ステップ3)。

次いで、隣接サンプリング点から候補点のそれぞれに至る直線の右側での元形状との間の最大誤差 $En_r$ と、前記直線の左側での元形状との間の最大誤差 $En_l$ とを算出し(ス

20      テップ4)、 $D_n$ と $En_r$ 、 $En_l$ とを用いて、評価式(3)により評価値を算出し(ステップ5)、最も評価値が良い(評価式(3)を用いる場合は、評価値が最も小さい)候補点をサンプリン

グ点 $P_J$ と決定する(ステップ6)。図9の場合では、候補点Aの方が候補点Bより元形状から離れているが、評価式(3)で算出した評価値は、候補点Aの方が候補点Bより小さいため、候補点Aがサンプリング点 $P_J$ として採用される。

25      この手順を対象道路の終端に達するまで繰り返す(ステップ7)。

このリサンプル方法を採用する場合も、第1の実施形態と同様に、サンプリング点間を繋ぐリサンプル形状の直線は、図1に示すように、元形状の曲線を最も代表化した直線となる。

そのため、このリサンプル形状のデータが伝えられた受信側では、元形状に最も近似した形状を再現することができる。また、あらかじめ決められた許容誤差を超えずに、リサンプル長をより長く取ることができ、伝送データの圧縮率を高めることができる。

5      なお、評価式として、次式(4)を用い、最も評価値が小さい候補点をサンプリング点PJとして採用するようにしても良い。

$$\text{候補点}n\text{の評価値} = \alpha D_n + \beta \text{Max}(Enr, Enl) \quad (4)$$

10      ここで、Max(Enr, Enl)は、サンプリング点PJ-1と候補点nとを結ぶ直線lnの左右に位置する最大誤差の大きい方の値である。この場合には、直線lnの左右における最大誤差のバランスでは無く、最大誤差の大きさそのものに着目して候補点を評価することになる。

#### (第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態では、候補点の選択を簡便な手法で行うリサンプル方法について説明する。

15      このリサンプル方法において、サンプリング点の候補点を設定するまでの手順は第1の実施形態と変わりがない。この候補点を設定する際のリサンプル長Lは、元形状データの曲率に応じて、元形状のカーブがほぼトレースできる長さには選ばれる。そのため、元形状の中心を通るようなリサンプル形状(元形状データとの誤差が左右に均等に存在するようなリサンプル形状)を規定するサンプリング点は、元形状が右曲がりの場合、元形状の左側に存在し、元形状が左曲がりの場合、元形状の右側に存在することになる。

20      つまり、図11に示すように、元形状を挟む二つの候補点p、qのうち、より偏角絶対値 $\theta_p$ 、 $\theta_q$ が小さい候補点が、「元形状データの中心」に近いリサンプル形状を規定できることになる。

25      こうした考え方に基づいて、次のような判定基準で、サンプリング点に採用する候補点を決定する。

元形状データに最も近い候補点をp、2番目に近い候補点をqとし、候補点pから元形状までの距離をDp、候補点qから元形状までの距離をDq、候補点pと候補点qとの間の距離をDpqとすると、

・候補点pの偏角絶対値  $\theta_p$  が候補点qの偏角絶対値  $\theta_q$  より小さい場合は、候補点pを採用する。

・候補点pの偏角絶対値  $\theta_p$  が候補点qの偏角絶対値  $\theta_q$  より大きい場合は、

5 (1)  $D_p/D_q \leq \gamma$  ( $\gamma$  は0.1程度のあらかじめ決めた定数) のときは、候補点pを採用する。

(2) それ以外のときは、候補点qを採用する。

図12のフロー図は、このリサンプルの手順を示している。ステップ1からステップ3までの手順は、第1の実施形態(図3)と同じである。即ち、対象道路をリサンプルするためのリサンプル長L、角度分解能  $\delta$  及び代表化角度を決定し(ステップ1)、隣接サンプリング点PJ-1から各量子化範囲の代表化角度の方向に延びる直線上で、隣接サンプリング点PJ-1からの距離がLである地点にサンプリング点PJの候補点を設定し(ステップ2)、

10 各候補点と元形状データとの距離 $D_n$ を算出する(ステップ3)。

次いで、偏角絶対値及び $D_n$ を用いて、判定基準に則り、サンプリング点に採用する候補点を決定する(ステップ4)。

15 図11の場合では、候補点qの方が候補点pより元形状から離れているが、候補点qの偏角絶対値  $\theta_q$  の方が候補点pの偏角絶対値  $\theta_p$  より小さいため、判定基準に従って、候補点qがサンプリング点PJとして採用される。

この手順を対象道路の終端に達するまで繰り返す(ステップ7)。

このリサンプル方法では、元形状の曲線を代表化する直線が簡便な方法で得られる。

20 このリサンプル形状のデータが伝えられた受信側では、元形状に最も近似した形状を再現することができる。また、あらかじめ決められた許容誤差を超えずに、リサンプル長をより長く取ることができ、伝送データの圧縮率を高めることができる。

#### (第5の実施形態)

25 本発明の第5の実施形態では、本発明の圧縮方法を適用して交通情報を提供する交通情報提供システムについて説明する。

このシステムは、図13に示すように、交通情報を提供する情報送信装置20と、提供された交通情報を活用する、車載用ナビゲーション装置やパーソナルコンピュータなどの情報活用装置40とから成り、情報送信装置20は、渋滞情報や交通事故情報などが入

力される事象情報入力部21と、デジタル地図データベースA22から交通情報の対象道路区間の道路形状データを抽出する形状データ抽出部23と、リサンプル形状と元形状データとの間の許容誤差を決定する許容誤差決定部24と、許容誤差に基づいてリサンプル長 $L$ と角度分解能  $\delta$  とを決定するリサンプル長角度分解能決定部25と、形状データ抽出部23で抽出された道路形状データをリサンプルしてサンプリング点の位置データ列を生成する形状データリサンプル処理部26と、形状データリサンプル処理部26が生成したデータを圧縮符号化する可変長符号化処理部28と、圧縮符号化された道路形状データを蓄積して外部メディアに蓄積データを提供する圧縮データ蓄積部27と、圧縮符号化された道路形状データを送信する形状データ送信部29とを備えている。

10 一方、情報活用装置40は、提供された道路形状データを受信する形状データ受信部41と、圧縮符号化されているデータを復号する符号化データ復号部42と、リサンプル形状を復元する形状データ復元部43と、デジタル地図データベースB46のデータを用いてマップマッチングを行い、サンプリング点で表された道路区間をデジタル地図上で特定するマップマッチング部45と、得られた交通情報を活用する情報活用部44とを備えている。

15 情報送信装置20では、リサンプル長角度分解能決定部25が、許容誤差決定部24で決定された許容誤差に基づいて、リサンプルにおけるリサンプル長 $L$ 、角度分解能  $\delta$  及び代表化角度を決定する。形状データリサンプル処理部26は、決定されたリサンプル長 $L$ 、角度分解能  $\delta$  及び代表化角度を用いて、形状データ抽出部23が抽出した対象道路の道路形状データをリサンプルする。

20 このとき、形状データリサンプル処理部26は、第1～第4の実施形態のいずれかのリサンプル方法で道路形状データのリサンプルを行い、サンプリング点を設定する。そして、サンプリング点の位置情報を偏角量子化値で表し、対象道路の道路形状データとして、リサンプル長 $L$ の変更位置及び $L$ の長さを示すリサンプル区間長変更コードと、各サンプリング点の偏角量子化値とを羅列したデータ列を生成する。

25 可変長符号化処理部28は、この道路形状データを可変長符号化する。可変長符号化によりデータ圧縮された道路形状データは、外部メディアに記録されて提供され、あるいは、形状データ送信部29から送信される。

この道路形状データを受信した情報活用装置40では、符号化データ復号部42が、圧縮符号化されているデータを復号化し、形状データ復元部43が、サンプリング点の位置情報を復元して、サンプリング点を繋いだリサンプル形状を再現する。このリサンプル形状は、情報活用装置40の表示画面上にデジタル地図と重ねて表示される。

- 5     また、伝えられた道路区間を正確に特定するために、マップマッチング部45は、サンプリング点の位置データとデジタル地図データベースB46の地図データとのマップマッチングを行い、デジタル地図データベースB46の地図データ上で対象道路を特定する。

情報活用部44は、得られた交通情報を、画面に表示したり、経路探索に利用したりして活用する。

- 10    このように、この交通情報提供システムでは、情報送信装置20が、第1～第4の実施形態のリサンプル方法で対象道路の道路形状データをリサンプルしているため、情報提供を受けた情報活用装置40は、対象道路の道路形状に最も近似したリサンプル形状を再現することができる。また、第1～第4の実施形態のリサンプル方法が用いられているため、情報送信装置20から提供される道路形状データのデータ量は少ない。

15

#### (第6の実施形態)

本発明の第6の実施形態では、収集するプローブ情報の圧縮に本発明の圧縮方法を適用したプローブ情報収集システムについて説明する。

- 20    このシステムは、図14に示すように、プローブ情報を提供するプローブカー車載機60と、プローブ情報を収集するプローブ情報収集センタ50とから成り、プローブカー車載機60は、GPSアンテナ73から受信する情報やジャイロ74の検知情報を基に自車位置を判定する自車位置判定部61と、速度を検出するセンサ70と、ハンドル舵角を検出するセンサ71と、横方向の加速度(横G)を検出するセンサ72と、デジタル地図のデータベース69と、リサンプル形状と道路形状との間の許容誤差を決定する許容誤差決定部  
25    67と、リサンプルに用いるリサンプル長 $L$ 及び角度分解能  $\delta$  を決定するリサンプル長角度分解能決定部68と、自車の走行軌跡を蓄積する走行軌跡蓄積部62と、走行軌跡をリサンプルしてサンプリング点の位置データ列を生成する走行軌跡形状リサンプル処理部63と、走行軌跡形状リサンプル処理部63が生成したデータを圧縮符号化する可変長符号化処理部64と、圧縮符号化された走行軌跡形状データを蓄積する圧縮デー

タ蓄積部65と、圧縮符号化された走行軌跡形状データを送信する走行軌跡送信部66とを備えている。

一方、プローブ情報収集センタ50は、プローブカー車載機60から提供された走行軌跡形状データを受信する走行軌跡受信部51と、圧縮符号化されている受信データを復号化する符号化データ復号部52と、復号化されたデータから走行軌跡形状を復元する走行軌跡形状復元部53と、プローブカー車載機60から収集した走行軌跡や計測情報を交通情報の生成に活用する走行軌跡計測情報活用部54とを備えている。

プローブカー車載機60の走行軌跡蓄積部62には、自車位置判定部61で検出された自車位置が走行軌跡として順次蓄積される。リサンプル長角度分解能決定部68は、センサ70、71、72で検知された速度、ハンドル舵角、横Gの情報や、デジタル地図データベース69から取得した道路形状から、走行軌跡の曲率の大きさを判定し、その曲率の大きさや、許容誤差決定部67で決定された許容誤差に基づいて、リサンプルに使用するリサンプル長 $L$ 及び角度分解能 $\delta$ を決定する。

走行軌跡形状リサンプル処理部63は、プローブ情報の送信時期に、走行軌跡蓄積部62に蓄積された走行軌跡データを読み出し、リサンプル長角度分解能決定部68が決定したリサンプル長、角度分解能 $\delta$ 及び代表化角度を用いて走行軌跡形状をリサンプルする。

このとき、走行軌跡形状リサンプル処理部63は、第1～第4の実施形態のいずれかのリサンプル方法で走行軌跡データのリサンプルを行い、サンプリング点を設定する。そして、サンプリング点の位置情報を偏角量子化値で表し、走行軌跡データとして、各サンプリング点の偏角量子化値を羅列したデータ列を生成する。

可変長符号化処理部64は、このデータを可変長符号化して圧縮する。圧縮符号化されたデータは、プローブ情報収集センタ50に送信される。また、このデータは、外部メディアに格納してプローブ情報収集センタ50に提供される場合もある。

プローブ情報収集センタ50では、符号化データ復号部52が、プローブカー車載機60から収集したデータを復号化し、走行軌跡形状復元部53が、サンプリング点の位置情報を復元して、走行軌跡のリサンプル形状を再現する。この走行軌跡の情報は、プローブカー車載機60で計測された速度等の計測情報と併せて交通情報の生成に活用される。

このように、このプローブ情報収集システムでは、プローブカー車載機60が、第1～第4の実施形態のリサンプル方法で走行軌跡をリサンプルしているため、プローブ情報収集センタ50は、走行軌跡に最も近似したリサンプル形状を再現することができる。また、プローブカー車載機60から提供する走行軌跡データのデータ量は少ない。

- 5     なお、各実施形態では、デジタル地図の道路形状をリサンプルして伝達する場合について説明したが、本発明は、道路に限らず、デジタル地図上の河川や鉄道線路、行政境界線、等高線などのベクトル形状を伝達する場合にも適用することができ、また、デジタル地図以外にも、各種の図形や指紋などの形状を伝達する場合に適用することができる。
- 10    また、本発明のベクトルデータの圧縮方法は、データを伝達する場合のみならず、前述する地図・図形・指紋などの形状を圧縮して蓄積・保存する場合にも適用することができる。

#### (第7の実施形態)

- 15    本発明の第7の実施形態では、角度分解能(即ち、量子化単位)  $\delta$  をリサンプル長 $L$ に応じて変更することにより、リサンプルで設定するサンプリング点の道路位置からのずれを小さくする方法について説明する。

前述するように、道路形状をリサンプル長 $L$ 、角度成分の量子化単位  $\delta$  でリサンプルする場合には、サンプリング点の位置と道路位置との誤差 $E_a$ の最大値が $(L \times |\sin(\delta/2)|)$ に略等しい。

20

この距離誤差 $E_a$ の最大値と、リサンプル長 $L$ 及び量子化単位  $\delta$  との関係を図20に示している。受信側での誤マッチングの発生は、道路形状とサンプリング点との距離誤差 $E_a$ に大きく関係し、距離誤差 $E_a$ が大きければ誤マッチングの可能性は高くなり、距離誤差 $E_a$ が小さければ誤マッチングの可能性は低くなる。

- 25    図20から分かるように、 $\delta = 3^\circ$  でリサンプル長 $L$ が1280mの場合には、33.5mの誤差が発生する。これに対して、リサンプル長 $L$ が短い場合には、 $\delta = 6^\circ$  であっても(言い換えれば、多少角度にずれがあっても)、距離誤差 $E_a$ は数m以内に収まり、誤マッチングの可能性が低くなる。

一方、圧縮符号化して生成したデータのデータサイズは、 $\delta$  が大きいほど減少し、また、リサンプル長 $L$ が長いほど減少する。

従って、リサンプル長 $L$ を長く設定したときは、距離誤差 $E_a$ を抑えるために  $\delta$  を小さく設定しても、データサイズの増大は避けることができ、また、リサンプル長 $L$ を短く設定したときは、 $\delta$  を大きく設定してデータサイズを抑制しても、距離誤差 $E_a$ を小さく抑えることができる。

図16は、この実施形態の位置情報圧縮方法で設定するリサンプル長 $L$ と量子化単位  $\delta$  との関係を模式的に示している。円の半径はリサンプル長 $L$ を表し、複数に分割された各扇形の中心角が  $\delta$  を表している。図16(b)のリサンプル長 $L_b$ は、図16(a)のリサンプル長 $L_a$ の2倍の長さを有しており、また、図16(b)における量子化単位  $\delta_b$ は、図16(b)の各扇形の弧の長さが、図16(a)の各扇形の弧の長さと同しくなるように設定している。この場合、 $\delta_b$ は、略  $\delta_a$ の $1/2$ である。そのため、 $180^\circ$  の範囲の角度が、図16(a)では9個の量子化量で表され、また、図16(b)では、17個の量子化量で表される。

このように、各扇形の弧の長さが一定となるようにリサンプル長 $L$ と量子化単位  $\delta$  との関係を設定すれば、距離誤差 $E_a$ の最大値は、リサンプル長 $L$ に関わらず一定になる。従って、量子化単位  $\delta$  をリサンプル長 $L$ に応じて変更するリサンプル方法により、距離誤差 $E_a$ を許容誤差以内に抑えることができる。

また、量子化された範囲の角度は、全てその量子化量を代表する角度(代表化角度)に丸める。代表化角度には、対応する量子化範囲の中央値(または最大値、最小値、若しくは、あらかじめ決めた値)を設定する。図16(a)には、+3で表された量子化範囲の代表化角度を点線の矢印で示している。また、各量子化範囲の代表化角度は、偏角0からの量子化値(0、+1、-1、+2、-2、...)で表す。従って、図16(a)のリサンプル長及び量子化単位でリサンプルする場合は、 $180^\circ$  の範囲の角度が0、 $\pm 1$ 、 $\pm 2$ 、 $\pm 3$ 、 $\pm 4$ の9個の量子化値で表され、図16(b)のリサンプル長及び量子化単位でリサンプルする場合は、 $180^\circ$  の範囲の角度が0、 $\pm 1$ 、 $\pm 2$ 、 $\pm 3$ 、 $\pm 4$ 、 $\pm 5$ 、 $\pm 6$ 、 $\pm 7$ 、 $\pm 8$ の17個の量子化値で表される。

図19は、この実施形態の位置情報圧縮方法を実施する送信側のリサンプル手順を示し、また、図17は、この方法で交通情報を提供する交通情報提供システムの構成を示している。



このシステムは、交通情報を提供する情報送信装置20と、提供された交通情報を活用する、車載用ナビゲーション装置やパーソナルコンピュータなどの情報活用装置40とから成り、情報送信装置20は、渋滞情報や交通事故情報などが入力される事象情報入力部21と、デジタル地図データベースA22から交通情報の対象道路区間の形状データを抽出する形状データ抽出部23と、サンプリング点と道路位置との間の許容誤差を決定する許容誤差決定部24と、許容誤差に基づいてリサンプル長 $L$ と角度分解能 $\delta$ との関係を決

5 定するリサンプル長角度分解能決定部25と、形状データ抽出部23で抽出された形状データをリサンプルして $\delta$ で量子化したサンプリング点の位置データ列を生成する形状データリサンプル処理部26と、形状データリサンプル処理部26が生成したデータを圧縮符号化する可変長符号化処理部28と、圧縮符号化された道路形状データを蓄積して外部メディアに蓄積データを提供する圧縮データ蓄積部27と、圧縮符号化された道路形状データを送信する形状データ送信部29とを備えている。

10

一方、情報活用装置40は、提供された道路形状データを受信する形状データ受信部41と、圧縮符号化されているデータを復号する符号化データ復号部42と、サンプリング

15 点の位置データを復元する形状データ復元部43と、デジタル地図データベースB46のデータを用いてマップマッチングを行い、サンプリング点で表された道路区間をデジタル地図上で特定するマップマッチング部45と、得られた交通情報を活用する情報活用部44とを備えている。

情報送信装置20では、図19のフロー図に示すように、リサンプル長角度分解能決定部25が、許容誤差決定部24で決定された許容誤差に基づいて、各リサンプル長での角度分解能 $\delta$ を決定する(ステップ1)。この決定に従って、例えば、図18に示すように、リサンプル長に応じた角度分解能の定義表が設定される。この定義表のデータは、情報活用装置40との間で予め取り決めておいても良いし、交通情報を提供する際に情報活用装置40に送信するようにしても良い。

20

形状データリサンプル処理部26は、形状データ抽出部23で抽出された対象道路の形状データを曲率関数に変換し(ステップ2)、偏角から各区間のリサンプル長 $L$ を決定する(ステップ3)。こうして、図21に示すように、道路形状の曲率が小さい(=偏角が小さい)区間を等距離リサンプルするためのリサンプル長 $L_1$ が、その偏角に応じて決定さ

25

れ、曲率が大きい(＝偏角が大きい)区間を等距離リサンプルするためのリサンプル長 $L_2$ ( $L_2 < L_1$ )が、その偏角に応じて決定される。

- 対象道路の各区間のリサンプル長 $L$ を決定した形状データリサンプル処理部26は、リサンプル長 $L$ に応じた角度分解能  $\delta$  を定義表(図18)から読み出し、角度分解能  $\delta$
- 5 の代表化角度によって各区間をリサンプルする(ステップ4)。

- 代表化角度によるリサンプルでは、図22に示すように、サンプリング点PJをリサンプルする場合に、その前のサンプリング点PJ-1から各量子化範囲の代表化角度の方向に延びる線上で、サンプリング点PJ-1からリサンプル長 $L$ だけ離れた地点をサンプリング点PJの候補点として仮設定し、この候補点の中で、道路形状に最も近い候補点をサンプリング点PJとして設定する。
- 10

- 形状データリサンプル処理部26は、サンプリング点の偏角を量子化値で表し、リサンプル長 $L$ の変更位置及び $L$ の長さを示すリサンプル区間長変更コードと、各サンプリング点の量子化値(偏角量子化値)とを羅列したデータ列を対象道路の形状データとして生成する(ステップ5)。可変長符号化処理部28は、この形状データを可変長符号化する
- 15 (ステップ6)。

情報送信装置20が、こうしたリサンプルを行うことにより、送信データ量が小さく、且つ、対象道路からの距離誤差が少ないサンプリング点の位置情報を提供することができる。

- なお、ここで留意すべきは、ステップ4において、角度分解能  $\delta$  の代表化角度上に設定した候補点と道路形状との距離を直接調べて、リサンプルを実施している点である。こうした方法を探らずに、道路形状の上にサンプリング点をリサンプルして、その位置情報を細かい角度(例えば、 $1^\circ$  単位)で表し、次いで、この角度を  $\delta$  で量子化する場合には、リサンプル点を繋いだリサンプル形状が、元の道路形状から大きくずれる現象が発生する。例えば、 $1^\circ$  単位でサンプリング点をリサンプルした後、この角度データを角度分解能 $3^\circ$  で量子化した場合のリサンプル形状を地図上に重ねると、カーブや曲がり角
- 20
- 25 などにおいて量子化過程での偏角のずれが発生し、それ以降、その方位ずれが影響して、道路形状からのずれが拡大してしまう。

一方、ステップ4の方法で、当初から角度分解能 $3^\circ$  単位でリサンプルを行ったときのリサンプル形状には、道路形状とのずれが発生しない。これは、この方法の場合、ある

箇所では量子化過程での偏角のずれが発生しても、次のリサンプル点で、その誤差がキャンセルされ、それ以降に誤差を引きずらないためである。

また、量子化単位  $\delta$  をリサンプル長  $L$  に応じて切り換えるリサンプル方法を採用場合は、可変長符号化すべきデータの統計的な偏りを助長することができ、符号化によるデータ圧縮率を高めることができる。この点を、図23を用いて説明する。

道路形状が直線的であり、リサンプル長が長い場合には、図23(c)に示すように、道路形状データに占める偏角  $0^\circ$  のデータの割合は極めて高い。しかし、道路形状が曲線的であり、リサンプル長が短い場合には、図23(a)に示すように、道路形状データに占める偏角  $0^\circ$  のデータの割合は、それ程高くない。道路形状データを偏角で表現する場合は、図23(a)及び図23(c)の状態が混在するため、図23(b)に示すように、道路形状データの偏角  $0^\circ$  への集中度は、それ程高くない。

一方、本発明のリサンプル方法を適用して、道路形状データを量子化表現するときは、リサンプル長が短い場合に、量子化単位  $\delta$  を大きく取るので、図23(d)に示すように、量子化値  $0$  への集中度が増加する。また、リサンプル長が長い場合は、元々偏角  $0^\circ$  への集中度が高いため、図23(e)に示すように、量子化表現によっても、量子化値  $0$  への集中度は低下しない。その結果、道路形状データを量子化表現する場合は、図23(f)に示すように、多くのデータが量子化値  $0$  周辺に集中する。

そのため、可変長符号化によるデータ圧縮率が向上する。

次に、本発明のリサンプル方法を用いた場合に、道路形状との距離誤差が少ないリサンプル形状が得られることを、実際のリサンプル結果を用いて説明する。

図24(a)は、曲線的な山岳道路を  $\delta = 2^\circ$  でリサンプルしたときのリサンプル形状を地図上に重ねて示している。リサンプル長  $L$  は、

$$L = Kr \cdot \rho$$

(但し、 $\rho$ :道路形状の曲率半径、 $Kr$ :係数)により設定し、 $Kr = 0.4$ としている。山岳道路では  $\rho$  が小さいため、リサンプル長  $L$  は短い。

また、図24(b)は、同一の山岳道路について、 $\delta$  だけを  $\delta = 6^\circ$  に変更し、その他の条件は図24(a)の場合と全て同じに設定してリサンプルした場合のリサンプル形状を示している。

図24(a)及び図24(b)のいずれにおいても、リサンプル形状と道路形状との距離誤差は小さい。この結果、リサンプル長 $L$ が短い場合には、 $\delta$  を大きく設定しても、距離誤差の小さいリサンプル形状が得られることが明らかである。

また、図25(a)は、緩やかにカーブする高速道路を図24(a)の場合と同じ条件でリサンプルした場合のリサンプル形状を示している。この道路では  $\rho$  が大きいので、リサンプル長 $L$ は長い。なお、地図の縮尺は図24(a)と同じである。

また、図25(b)は、同一の高速道路について、 $\delta$  だけを  $\delta = 6^\circ$  に変更し、その他の条件は図25(a)の場合と全て同じに設定してリサンプルした場合のリサンプル形状を示している。

図25(a)では、リサンプル形状と道路形状との距離誤差は小さい。しかし、図25(b)では、この距離誤差が大きい。この結果から、リサンプル長 $L$ が長い場合には、リサンプル形状と道路形状との距離誤差を小さくするために、角度分解能  $\delta$  を小さく設定する必要があることが明らかである。

また、図26には、図24(a)、図24(b)、図25(a)及び図25(b)のそれぞれに示すリサンプル形状のデータを圧縮符号化した状態でのデータサイズを示している。

これらのことから、リサンプル長が短い場合は、角度分解能  $\delta$  を大きく設定することにより、リサンプル形状と道路形状との距離誤差を小さく保ったまま、データ量を少なくできること、また、リサンプル長が長い場合は、角度分解能  $\delta$  を小さく設定することにより、データ量の増加を抑えつつ、距離誤差を小さくできることが明らかである。

なお、ここでは、交通情報の対象道路に関する道路形状データを受信した情報活用装置40が、マップマッチングを行って、デジタル地図上で対象道路を特定する例を示したが、情報送信装置20が、図8(b)や図24(b)、図25(a)に示すように、道路形状との誤差が小さいリサンプル形状の形状データを送信する場合には、受信側でのマップマッチングは、必ずしも必要としない。

また、ここではデジタル地図の道路形状を伝達する場合について説明したが、本発明の位置情報圧縮方法は、道路に限らず、河川や鉄道線路、行政境界線、等高線など、デジタル地図における各種の線形形状の位置情報を圧縮して伝達する場合に適用できる。

## (第8の実施形態)

本発明の第8の実施形態では、直線道路のリサンプル形状に現れる「ジグザグ現象」を緩和する方法について説明する。

図27(a)は、道路形状(点線)の折り曲がり箇所、道路上から外れたリサンプル形状(実線)が、その後、ジグザグ状に道路形状をトレースする様子を示している。このジグザグ現象は、角度分解能  $\delta$  が設定され、道路形状をトレースする際に、利用できる角度に限りがあるために必然的に発生する。また、この現象は、 $\delta$  の値を大きくするほど、利用できる角度が一層限定されるので、発生頻度が高くなり、また、道路形状からの距離誤差の最大値が大きくなる。そのため、格子状道路が高い密度で存在する東京や京都等の都市部では、隣接道路に誤マッチングする可能性も出てくる。また、この現象が発生すると、直線道路でありながらデータの圧縮率が落ちることになる。

こうしたジグザグ現象を緩和するため、図28に示すように、偏角0周辺での角度分解能  $\delta$  の値を小さく設定し、偏角が大きくなる場所では  $\delta$  の値を大きく設定する。このようにすると、図27(b)に示すように、偏角が増大する道路形状の折れ曲がり箇所では、角度分解能  $\delta$  が大きいため、ジグザグ現象は発生するが、偏角が0に近い道路形状の直線部分では、角度分解能  $\delta$  が小さいため、ジグザグ現象の発生頻度が低下して、ジグザグ現象の発生が抑えられ、あるいは、ジグザグ現象が発生したとしても、道路形状との誤差は減少する。

そのため、道路のカーブの前後では一瞬距離誤差が大きくなるものの、その後の直線部分では精度良く道路形状をトレースすることができ、リサンプル形状全体の質を上げることができる。

なお、角度分解能  $\delta$  を細かく設定する偏角範囲は、対象道路の形状等を考慮して適宜決定する。

図29は、リサンプル長Lと偏角範囲とに応じて角度分解能  $\delta$  を定義した定義表の一例を示している。この定義表のデータは、符号化した道路形状データを送信する送信側(エンコーダ)と、それを復号する受信側(デコーダ)との間で予め取り決めておいても良いし、また、データとしてエンコーダからデコーダに送信するようにしても良い。

また、角度分解能の定義を式で表して、そのパラメータをあらかじめエンコーダとデコーダとの間で取り決めておくようにしても良い。あるいは、角度分解能の定義式をエンコ

ーダとデコーダとの間であらかじめ決めておき、パラメータのみをエンコーダからデコーダに送信するようにしても良い。

例えば、基準リサンプル長 ( $L_0$ ) 及び基準偏角に対応する角度分解能を  $\delta_0^\circ$  として、リサンプル長が  $L$  の時の角度分解能  $\delta$  を次のように定義する。

5  $\cdot |\theta| \leq 10$  のとき

$$\delta = \text{Min}(\text{Round}(1.0 \times \delta_0 \times (L_0/L)), \delta_1)$$

(なお、「Round」は、端数を四捨五入することを表す。 $\delta$  は、 $(1.0 \times \delta_0 \times (L_0/L))$  を四捨五入した値、または  $\delta_1$  のいずれか小さい方となる)

$\cdot 10 < |\theta| \leq 30$  のとき

10  $\delta = \text{Min}(\text{Round}(1.3 \times \delta_0 \times (L_0/L)), \delta_2)$

$\cdot 30 < |\theta|$  のとき

$$\delta = \text{Min}(\text{Round}(2.5 \times \delta_0 \times (L_0/L)), \delta_3)$$

そして、エンコーダからデコーダに  $L_0$ ,  $\delta_0$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  の値を送信する。

この定義式によれば、 $\delta$  は、 $|\theta| \leq 10$  のとき、 $\delta_1$  を超えず、 $10 < |\theta| \leq 30$  のとき、 $\delta_2$  を超えず、また、 $30 < |\theta|$  のとき、 $\delta_3$  を超えない。即ち、 $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  の値は、各偏角範囲における角度分解能  $\delta$  の最大値を示している。

図30のフロー図は、この場合のリサンプル処理の手順を示している。

各リサンプル長の各偏角における角度分解能  $\delta$  を決定し(ステップ10)、対象道路の形状データを曲率関数に変換し(ステップ2)、偏角から各区間のリサンプル長  $L$  を決定する(ステップ3)。次いで、リサンプル長  $L$  及び偏角に応じた角度分解能  $\delta$  の代表化角度によって各区間をリサンプルする(ステップ40)。その後の処理は、図19のステップ5及びステップ6と変わらない。

このように、角度分解能の大きさを、偏角の絶対値の大きさに応じて変更し、偏角の絶対値が小さいときの角度分解能を小さく設定することにより、ジグザグ現象が抑制できる。

25

#### (第9の実施形態)

本発明の第9の実施形態では、予め与えられた許容誤差に基づいて角度分解能  $\delta$  を決定するリサンプル処理について説明する。

道路形状とリサンプル形状との許容誤差  $E_0$  が、あらかじめ与えられた場合には、

$$E_a \text{の最大値} = L \times |\sin(\delta / 2)|$$

の式から、

$$\delta \leq 2 \cdot \sin^{-1}(E_o / L)$$

を満たすことが必要になる。そのため、 $\delta$  の最大値  $\delta_a$  を決めて、次式(5)により  $\delta$  を

5 決定する。

$$\delta = \text{Min}(\text{Round}(2 \cdot \sin^{-1}(E_o / L)), \delta_a) \quad (5)$$

ここでは、最大値  $\delta_a$  を設定しているため、リサンプル長が短くて  $E_o$  に達しない場合でも、適切な角度分解能を設定することができる。

図31は、この場合のリサンプル処理の手順を示している。許容誤差  $E_o$  を決定し(ステップ20)、式(5)により各リサンプル長における角度分解能  $\delta$  を決定し、代表化角度を算出する(ステップ21)。それ以降の手順は、図30のステップ2～6と変わらない。

#### (第10の実施形態)

本発明の第10の実施形態では、予め与えられた許容誤差に基づいてリサンプル長を制限するリサンプル処理について説明する。

道路形状とリサンプル形状との許容誤差  $E_o$  が、あらかじめ与えられた場合には、

$$E_a \text{の最大値} = L \times |\sin(\delta / 2)|$$

の式から、 $L$  は、次式(6)の関係を満たすことが必要になる。

$$L \leq E_o / |\sin(\delta / 2)| \quad (6)$$

20  $L$  と  $\delta$  との関係が図18や図29に示す定義表で規定されている場合に、式(6)の条件を満たすリサンプル長  $L$  のみを使用してリサンプル処理を行う。

図32は、この場合のリサンプル処理手順を示している。許容誤差  $E_o$  を決定し(ステップ20)、各リサンプル長の各偏角における角度分解能  $\delta$  を決定し(ステップ10)、 $E_o$  と定義表で規定されている  $\delta$  とから、式(6)により、使用可能なリサンプル長を決定する(ステップ30)。それ以降の手順は、図30のステップ2～6と変わらない。

#### (第11の実施形態)

本発明の第11の実施形態では、本発明の位置情報圧縮方法を用いて圧縮されたプローブ情報を収集するプローブ情報収集システムについて説明する。

このシステムは、図33に示すように、プローブ情報を提供するプローブカー車載機60と、プローブ情報を収集するプローブ情報収集センタ50とから成り、プローブカー車載機60は、GPSアンテナ73から受信する情報やジャイロ74の検知情報を基に自車位置を判定する自車位置判定部61と、速度を検出するセンサ70と、ハンドル舵角を検出するセンサ71と、横方向の加速度(横G)を検出するセンサ72と、デジタル地図のデータベース69と、リサンプル形状と道路位置との間の許容誤差を決定する許容誤差決定部67と、リサンプルに用いるリサンプル長 $L$ 及び角度分解能  $\delta$  を決定するリサンプル長角度分解能決定部68と、自車の走行軌跡を蓄積する走行軌跡蓄積部62と、走行軌跡をリサンプルしてリサンプル形状のデータを生成する走行軌跡形状リサンプル処理部63と、走行軌跡形状リサンプル処理部63が生成したデータを圧縮符号化する可変長符号化処理部64と、圧縮符号化された走行軌跡形状データを蓄積する圧縮データ蓄積部65と、圧縮符号化された走行軌跡形状データを送信する走行軌跡送信部66とを備えている。

一方、プローブ情報収集センタ50は、プローブカー車載機60から提供された走行軌跡形状データを受信する走行軌跡受信部51と、圧縮符号化されている受信データを復号化する符号化データ復号部52と、復号化されたデータから走行軌跡形状を復元する走行軌跡形状復元部53と、プローブカー車載機60から収集した走行軌跡や計測情報を交通情報の生成に活用する走行軌跡計測情報活用部54とを備えている。

プローブカー車載機60の走行軌跡蓄積部62には、自車位置判定部61で検出された自車位置が走行軌跡として順次蓄積される。リサンプル長角度分解能決定部68は、センサ70、71、72で検知された速度、ハンドル舵角、横Gの情報や、デジタル地図データベース69から取得した道路形状から、走行軌跡の曲率の大小を判定し、その曲率の大きさや、許容誤差決定部67で決定された許容誤差に基づいて、リサンプルに使用するリサンプル長及び角度分解能  $\delta$  を決定する。

走行軌跡形状リサンプル処理部63は、プローブ情報の送信時期に、走行軌跡蓄積部62に蓄積された走行軌跡データを読み出し、リサンプル長角度分解能決定部68が決定したリサンプル長及び角度分解能  $\delta$  を用いて走行軌跡形状をリサンプルし、偏角量子化値が羅列された走行軌跡形状データを生成する。



可変長符号化処理部64は、このデータを可変長符号化して圧縮する。圧縮符号化されたデータは、プローブ情報収集センタ50に送信される。また、このデータは、外部メディアに格納してプローブ情報収集センタ50に提供される場合もある。

5      プローブ情報収集センタ50は、プローブカー車載機60から収集したデータを復号化した後、走行軌跡形状を復元し、プローブカー車載機60で計測された速度等の計測情報と併せて交通情報の生成に活用する。

10      このプローブカー車載機60のリサンプル長角度分解能決定部68及び走行軌跡形状リサンプル処理部63は、第7の実施形態～第10の実施形態で説明したリサンプル方法を用いて、リサンプル長及び角度分解能  $\delta$  を決定し、走行軌跡のリサンプルを実行する。

そのため、プローブカー車載機60は、少ないデータ量で、正確に走行軌跡を伝えることができる。

なお、本発明の位置情報圧縮方法は、道路だけでなく、デジタル地図の他の地図データを圧縮する場合にも適用できる。

15      以上、第1～第11の実施形態において、形状ベクトルを用いたマップマッチングを実行する例を説明しているが、位置特定の手法はマップマッチングに限らなくてもよい。また、対象道路や走行軌跡など、線形形状に関する位置情報を圧縮することについて説明したが、建物や一定の領域に関する位置情報にも適用可能である。例えば、建物の周囲や領域の境界線などにサンプル点を設定し、各サンプル点の角度を用いて、位置を表現すればよい。

また、本願内容は、カーナビゲーション等の実装する、または、通信手段によって伝送される地図データそのものに対しても有効である。

25      以上、本発明を詳細に、また、特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく、様々な変更や修正を加えることができることは、当業者にとって明らかである。本出願は、2003年6月11日出願の日本特許出願（特願2003-166503号）並びに2003年6月12日出願の

日本出願（特願２００３－１６７７８０号）に基づくものであり、その内容は、ここに参照して取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

- 5    以上の説明から明らかなように、本発明のベクトルデータの圧縮方法では、少ない量のデータで、元形状に最も近似した形状を伝えることができるデータの生成が可能であり、このデータを受信した受信側では、元形状を正しく再現することができる。

また、本発明の装置は、このベクトルデータの圧縮方法を実施することができる。

- 10   さらに、本発明の位置情報圧縮方法では、デジタル地図における道路などの線形形状の位置情報を、少ないデータ量で元の形状を正確に再現できる圧縮データに変えることができる。

- 15   そのため、データの伝送コストや伝送負担を軽減することができ、また、データを蓄積媒体に記録して伝える場合は、蓄積媒体の蓄積効率を高めることができる。また、元の線形形状との誤差が小さいので、伝達された情報からデジタル地図上の線形形状の位置を特定することが容易であり、マップマッチングを行って線形形状の位置を特定する場合には、誤マッチングの発生が回避できる。

また、本発明の装置は、この位置情報圧縮方法を実行して少ないデータ量の圧縮データを生成し、伝送することができる。

### 請求の範囲

1. デジタル地図上の位置情報を示す、座標点列で表された形状のベクトルデータの圧縮方法であって、

    サンプリング点間を繋ぐ直線とベクトル形状との距離誤差が前記直線の長さ方向の左右の一方に偏らないように、前記ベクトル形状を一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、

    前記ベクトル形状を、前記サンプリング点の位置を示す角度情報のデータ列で表し、

    前記データ列のデータを可変長符号化する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。

2. 請求項1に記載のベクトルデータの圧縮方法であって、

    前記サンプリング点を設定する際に、前記直線の右側における前記直線と前記ベクトル形状との間の面積と、前記直線の左側における前記直線と前記ベクトル形状との間の面積との差分を考慮して、前記サンプリング点を設定する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。

3. 請求項1に記載のベクトルデータの圧縮方法であって、

    前記サンプリング点を設定する際に、前記直線の右側における前記ベクトル形状の線分の長さ、前記直線の左側における前記ベクトル形状の線分の長さとの差分を考慮して、前記サンプリング点を設定する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。

4. 請求項1に記載のベクトルデータの圧縮方法であって、

    前記サンプリング点を設定する際に、前記直線の右側における前記直線と前記ベクトル形状との最大距離誤差と、前記直線の左側における前記直線と前記ベクトル形状との最大距離誤差との差分を考慮して、前記サンプリング点を設定する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。

5. 請求項1に記載のベクトルデータの圧縮方法であって、  
前記サンプリング点を設定する際に、前記直線の右側における前記直線と前記ベクトル形状との最大距離誤差と、前記直線の左側における前記直線と前記ベクトル形状との最大距離誤差とのうち、大きい方の最大距離誤差を考慮して、前記サンプリング点を設定する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。
6. 請求項1に記載のベクトルデータの圧縮方法であって、  
前記サンプリング点を設定する際に、前記直線の偏角絶対値を考慮して、前記サンプリング点を設定する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。
7. デジタル地図上の位置情報を含むデータを提供する情報提供装置であって、  
デジタル地図データベースから対象道路の道路形状データを抽出する形状データ抽出手段と、  
サンプリング点間を繋ぐ直線と前記道路形状データとの距離誤差が前記直線の左右の一方に偏らないように、前記道路形状データを一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、前記対象道路を、前記サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表す形状データリサンプル処理手段と、  
前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段と、  
前記可変長符号化手段が符号化したデータを提供する提供手段と、  
を備えることを特徴とする情報提供装置。
8. 走行軌跡の情報を提供するプローブカー車載機であって、  
自車位置を検出する自車位置検出手段と、  
前記自車位置検出手段が検出した自車位置を順次、走行軌跡として蓄積する蓄積手段と、

サンプリング点間を繋ぐ直線と前記走行軌跡との距離誤差が前記直線の左右の一方に偏らないように、前記走行軌跡を一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、前記走行軌跡を、前記サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表す走行軌跡リサンプル処理手段と、

前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段と、

前記可変長符号化手段が符号化したデータを送信する送信手段とを備えることを特徴とするプローブカー車載機。

9. デジタル地図の位置情報を圧縮する方法であって、

角度の量子化単位となる角度分解能を、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長の長さに応じて変更し、

デジタル地図に含まれる線形形状を一または複数の区間に分け、区間内の線形形状を一定のリサンプル長でリサンプルして、

前記線形形状の位置を、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表し、

前記データ列のデータを可変長符号化する、ことを特徴とする圧縮方法。

10. 請求項9に記載の圧縮方法であって、

前記角度分解能を設定する際に、前記角度分解能の大きさを、前記リサンプル長が短いときに大きく設定する、ことを特徴とする圧縮方法。

11. 請求項9に記載の圧縮方法であって、

前記角度分解能を設定する際に、前記線形形状とリサンプル形状との距離誤差が、あらかじめ規定した許容誤差を超えないように前記リサンプル長または角度分解能を設定する、ことを特徴とする圧縮方法。

12. 請求項10または11に記載の圧縮方法であって、さらに、  
前記角度分解能の上限を設定する、  
ことを特徴とする圧縮方法。

13. 請求項9から12のいずれかに記載の圧縮方法であって、  
前記角度分解能を設定する際に、前記角度分解能の大きさを偏角の絶対  
値の大きさに応じて変更し、偏角の絶対値が小さいときの前記角度分解能を小さく設定  
する、  
ことを特徴とする圧縮方法。

14. 請求項9に記載の圧縮方法であって、  
前記線形形状をリサンプルする際に、  
隣接するサンプリング点から、量子化した角度が取り得る各方向のリ  
サンプル長だけ離れた位置に複数の候補点を設定し、  
前記候補点の中で前記線形形状に最も近い候補点をサンプリング点  
に設定する、  
ことを特徴とする圧縮方法。

15. デジタル地図上の位置情報を提供する情報提供装置であって、  
角度の量子化単位となる角度分解能を、リサンプルの間隔を規定するリサンプ  
ル長の長さに応じて設定する角度分解能決定手段と、  
デジタル地図に含まれる対象道路の道路形状を一または複数の区間に分け、  
区間内の道路形状を、一定のリサンプル長と、前記リサンプル長の長さに応じて設定さ  
れた角度分解能とを用いてリサンプルし、サンプリング点の位置を示す量子化した角度  
情報のデータ列を生成する形状データリサンプル処理手段と、  
前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段と  
を備え、  
前記対象道路の位置情報として、前記可変長符号化手段が符号化したデー  
タを提供する、

ことを特徴とする情報提供装置。

16. 走行軌跡の情報を提供するプローブカー車載機であって、

自車位置を検出する自車位置判定手段と、

走行軌跡を蓄積する蓄積手段と、

前記走行軌跡の形状または車両に搭載されたセンサー情報に基づいて、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長を決定し、角度の量子化単位となる角度分解能を前記リサンプル長の長さに応じて決定するリサンプル長角度分解能決定手段と、

前記リサンプル長角度分解能決定手段が決定した前記リサンプル長と前記角度分解能とを用いて前記走行軌跡をリサンプルし、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列を生成する走行軌跡リサンプル処理手段と、

前記データ列のデータを可変長符号化する可変長符号化手段とを備え、

前記走行軌跡の情報として、前記可変長符号化手段が符号化したデータを提供する

ことを特徴とするプローブカー車載機。

17. デジタル地図上の位置情報を示すベクトルデータの圧縮を実行するためのプログラムであって、コンピュータに、

サンプリング点間を繋ぐ直線とベクトル形状との距離誤差が前記直線の長さ方向の左右の一方に偏らないように、前記ベクトル形状を一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、

前記ベクトル形状を、前記サンプリング点の位置を示す角度情報のデータ列で表し、

前記データ列のデータを可変長符号化する、ことを実行させるプログラム。

18. デジタル地図の位置情報の圧縮を実行するためのプログラムであって、コンピュータに、

角度の量子化単位となる角度分解能を、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長の長さに応じて設定し、

デジタル地図に含まれる線形形状を一または複数の区間に分け、区間内の線形形状を一定のリサンプル長でリサンプルして、

前記線形形状の位置を、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表し、

前記データ列のデータを可変長符号化する、  
ことを実行させるプログラム。

19. デジタル地図上の位置情報を圧縮する方法であって、

対象道路区間のサンプリング点間を繋ぐ直線と、当該対象道路区間との距離誤差が前記直線の長さ方向の左右の一方に偏らないように、前記対象道路区間を一定のリサンプル長でリサンプルしてサンプリング点を設定し、

前記対象道路区間を、前記サンプリング点の位置を示す角度情報のデータ列で表し、

前記データ列のデータを可変長符号化する、  
ことを特徴とするベクトルデータの圧縮方法。

20. デジタル地図の位置情報を圧縮する方法であって、

角度の量子化単位となる角度分解能を、リサンプルの間隔を規定するリサンプル長の長さに応じて設定し、

デジタル地図に含まれる道路を一または複数の区間に分け、当該区間内を一定のリサンプル長でリサンプルして、

前記区間の位置を、サンプリング点の位置を示す量子化した角度情報のデータ列で表し、

前記データ列のデータを可変長符号化する、  
ことを特徴とする圧縮方法。



図 1

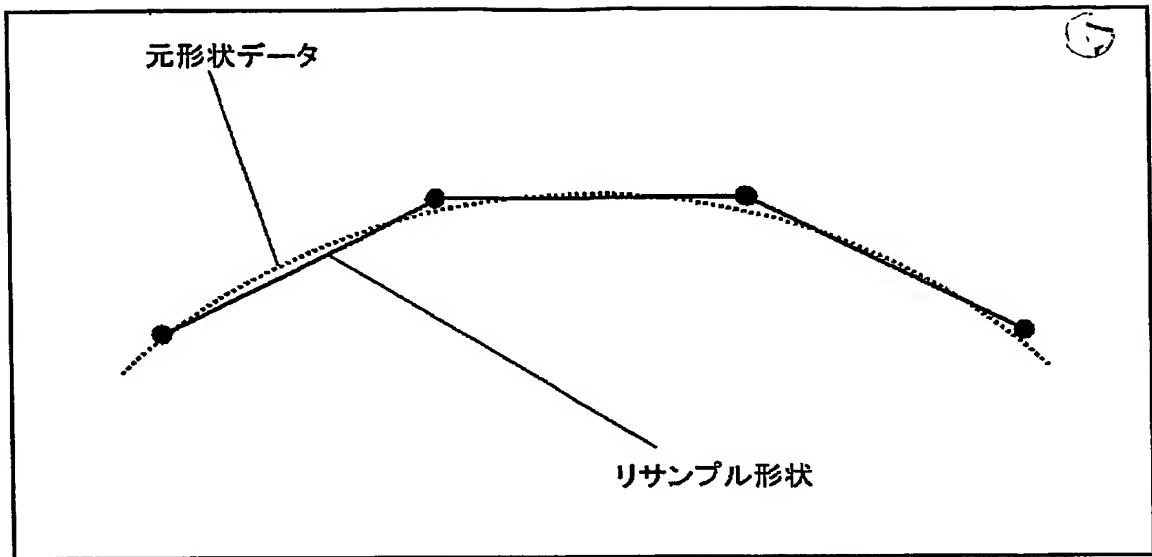


図 2

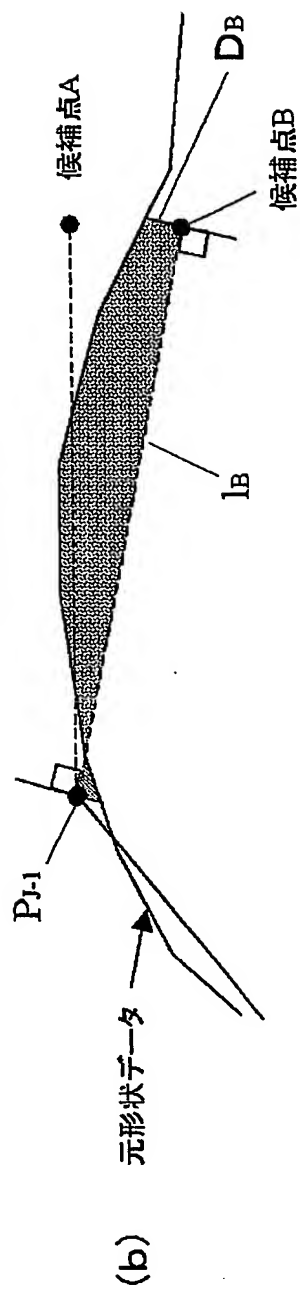
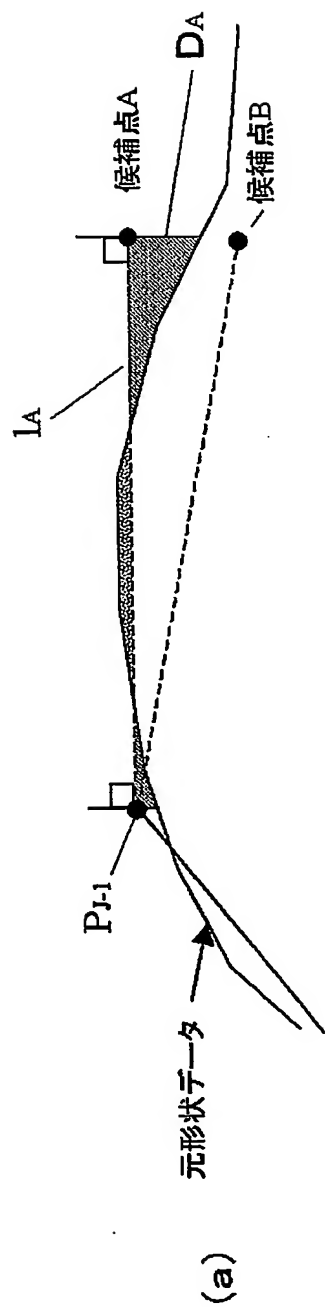


図 3

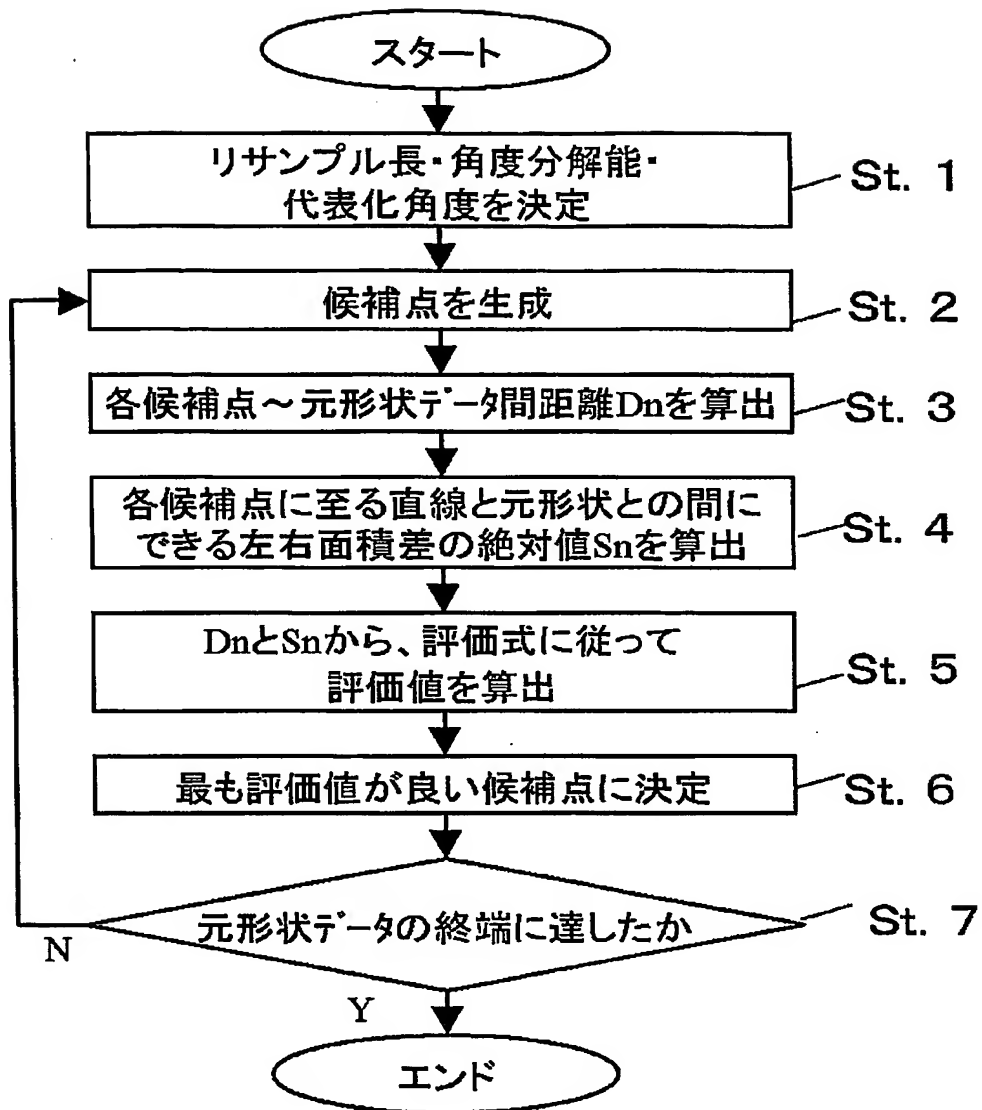


図 4

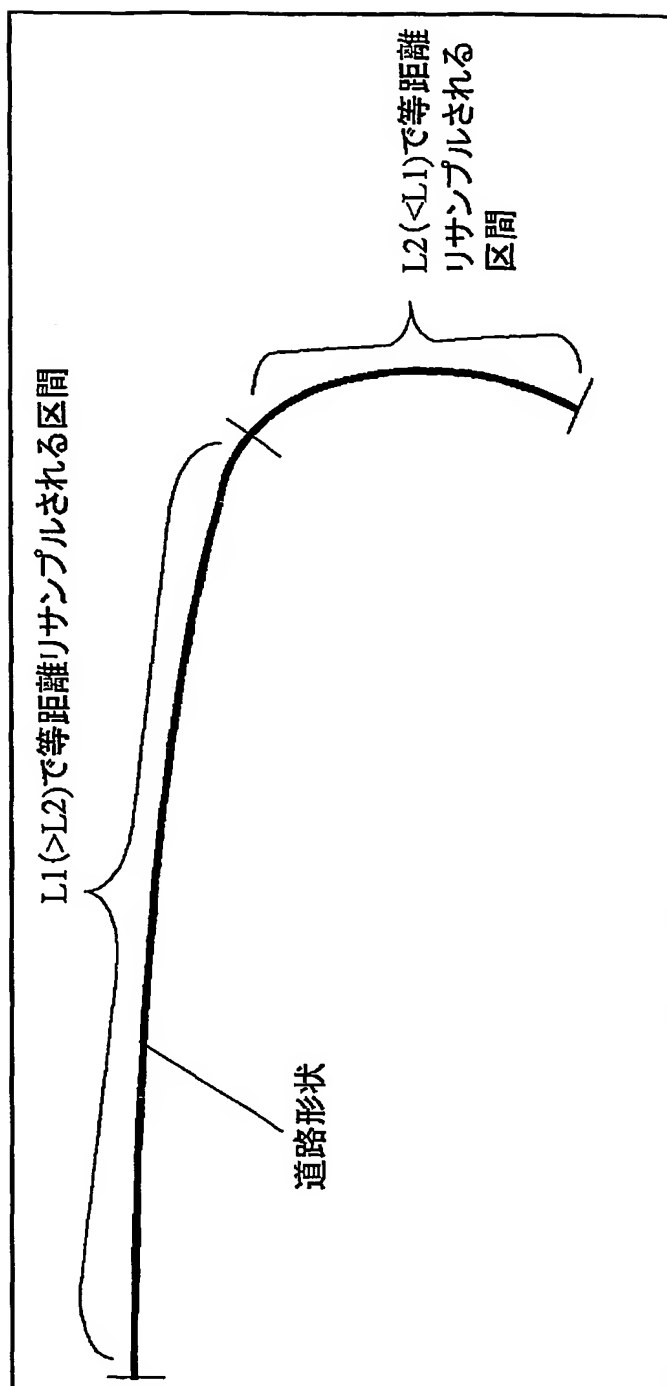


図 5

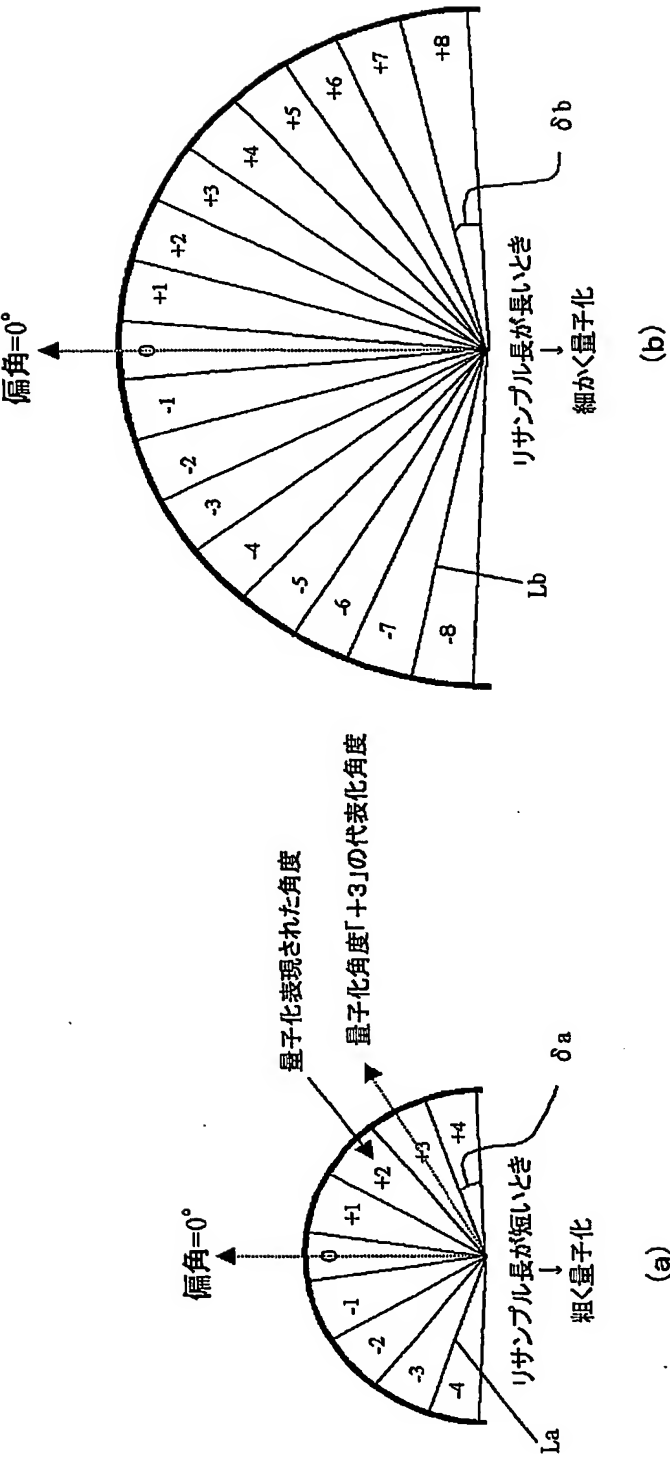


図 6

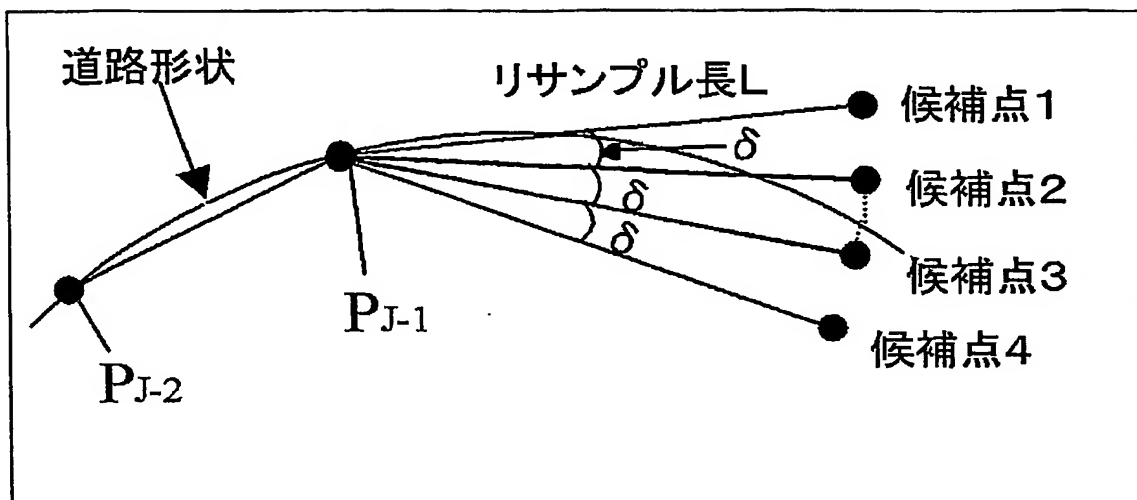


図 7

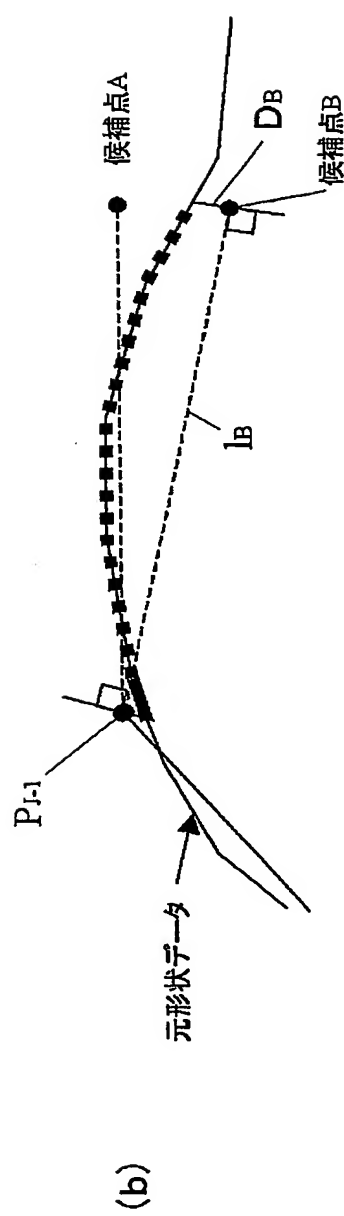
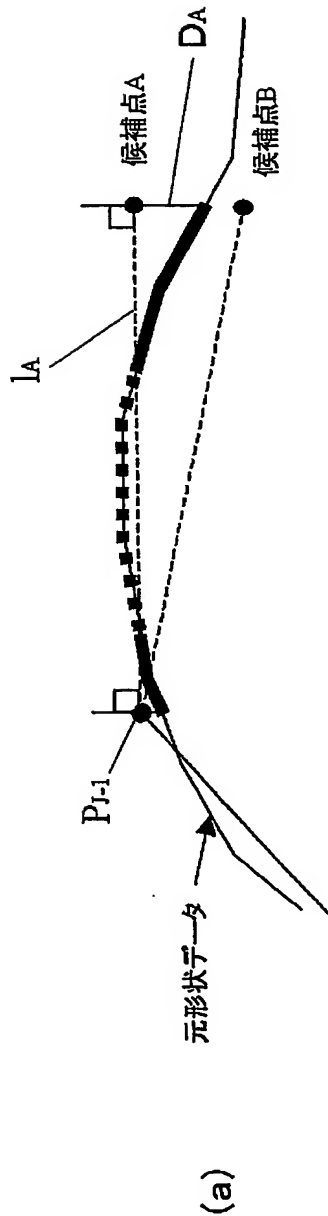


図 8

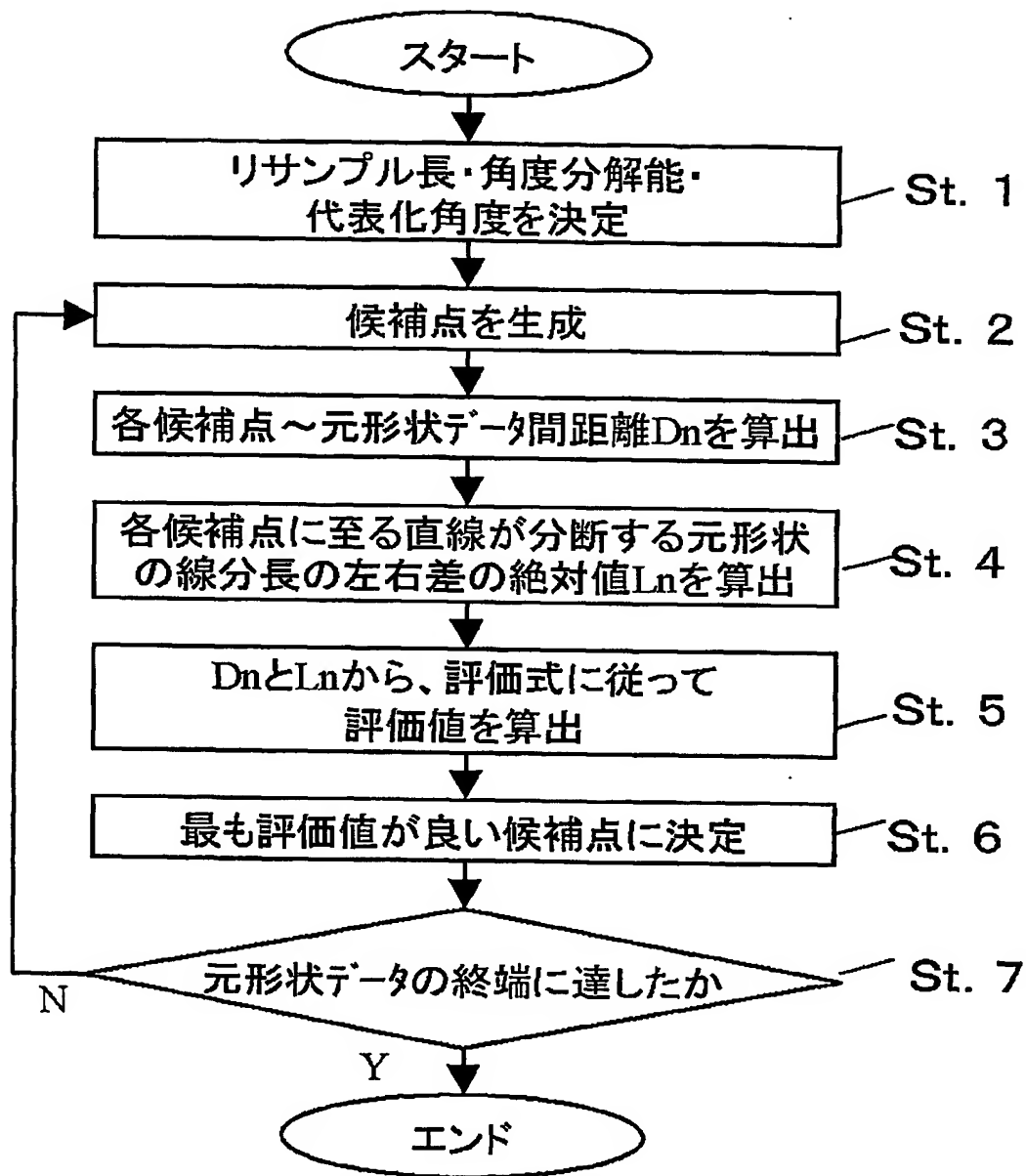




図 9

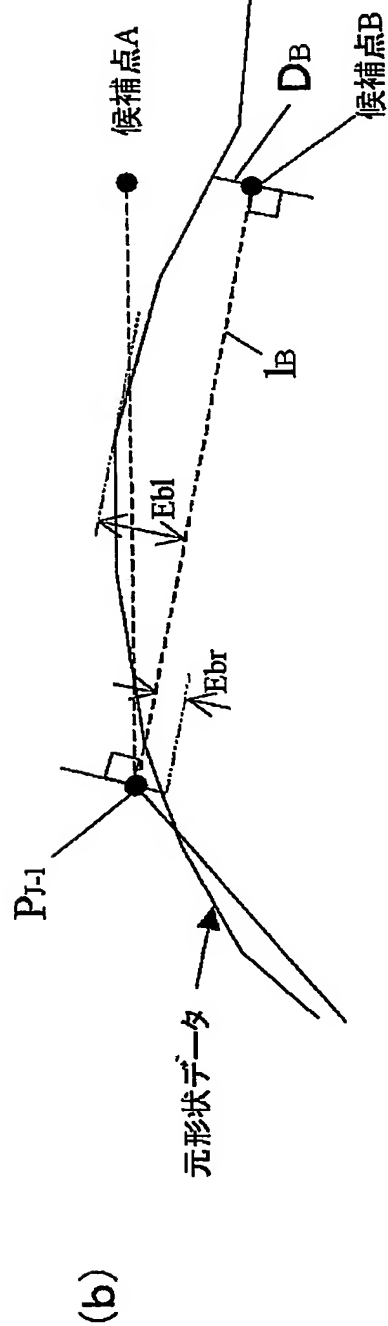
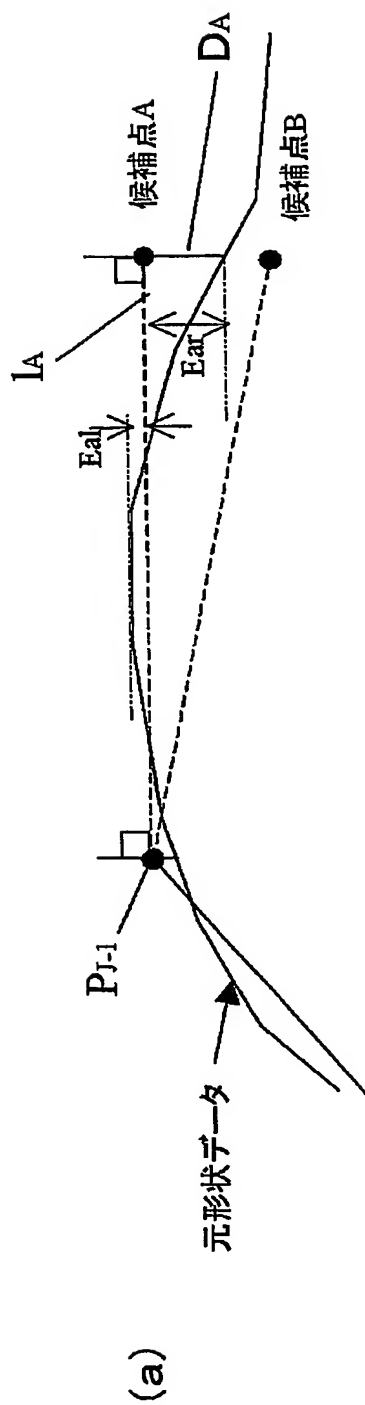


図 10

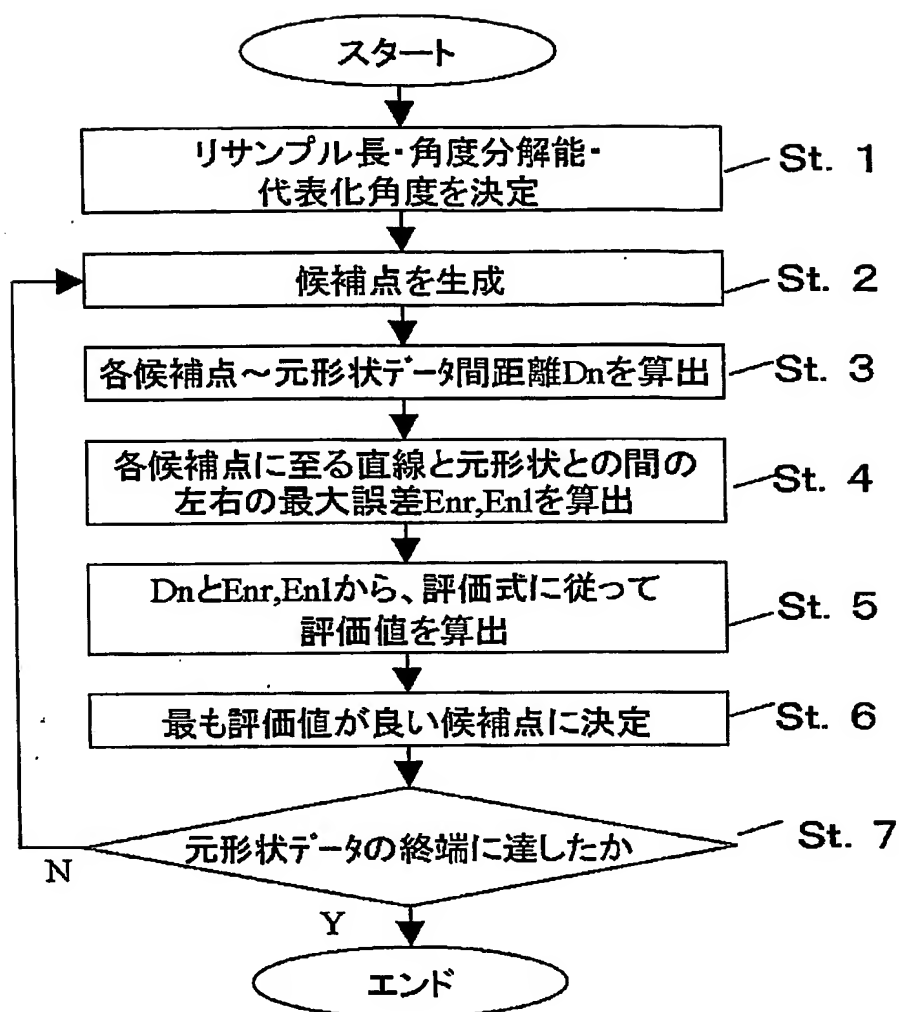


図 1 1

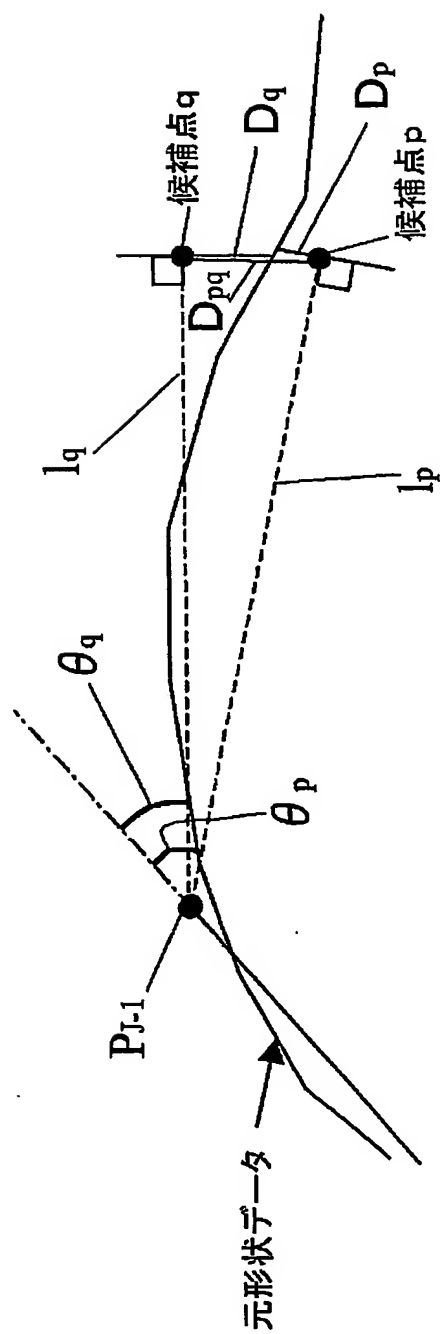


図 1 2

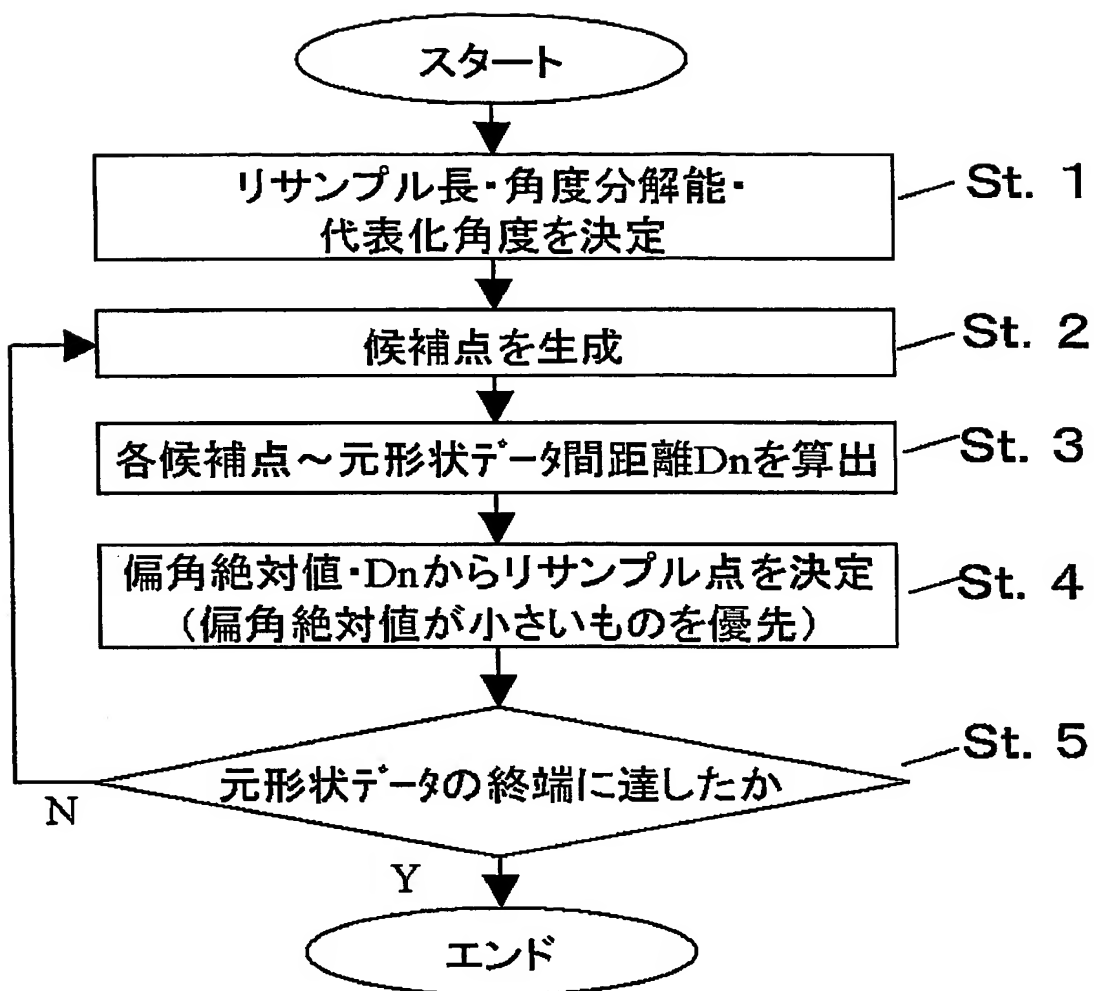


図 13

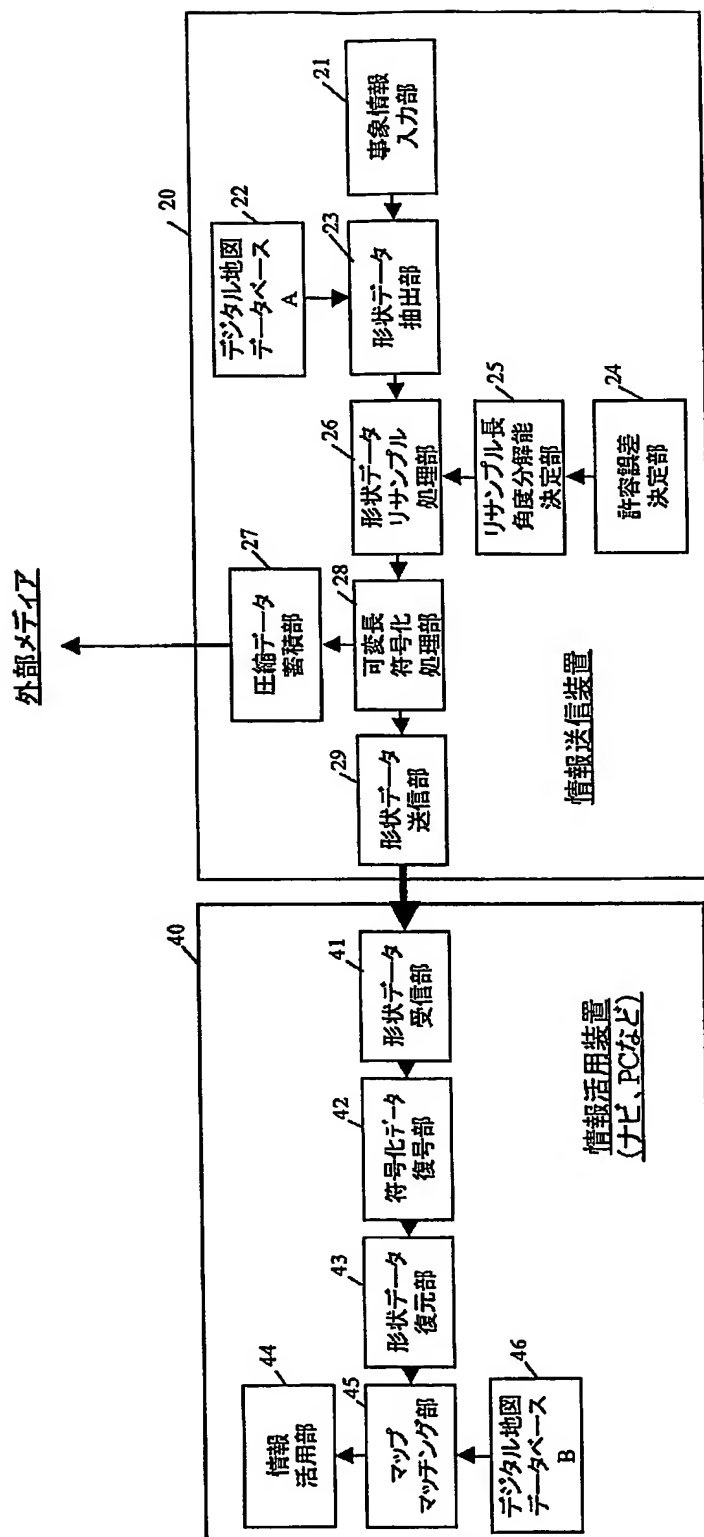


图 14

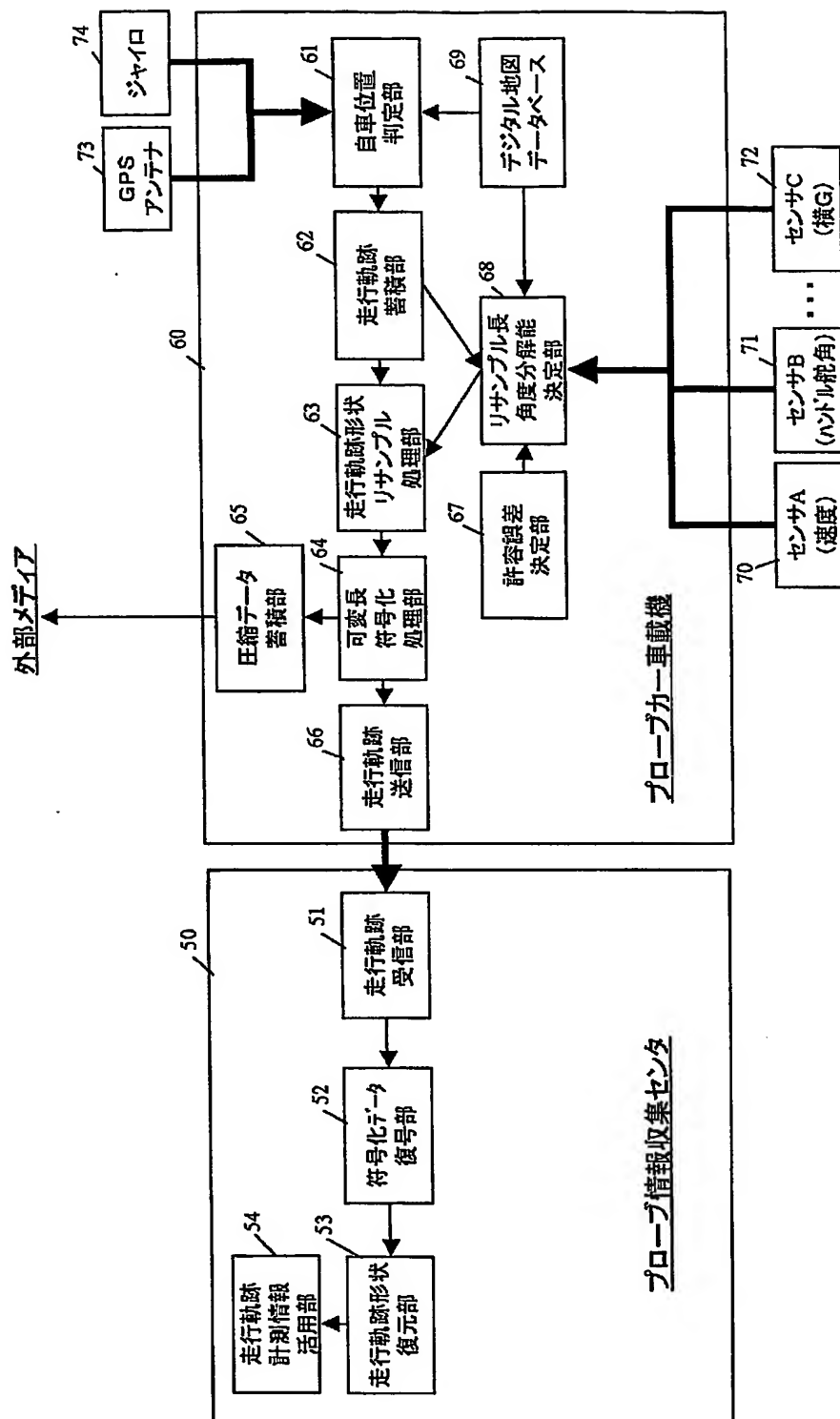


図 15

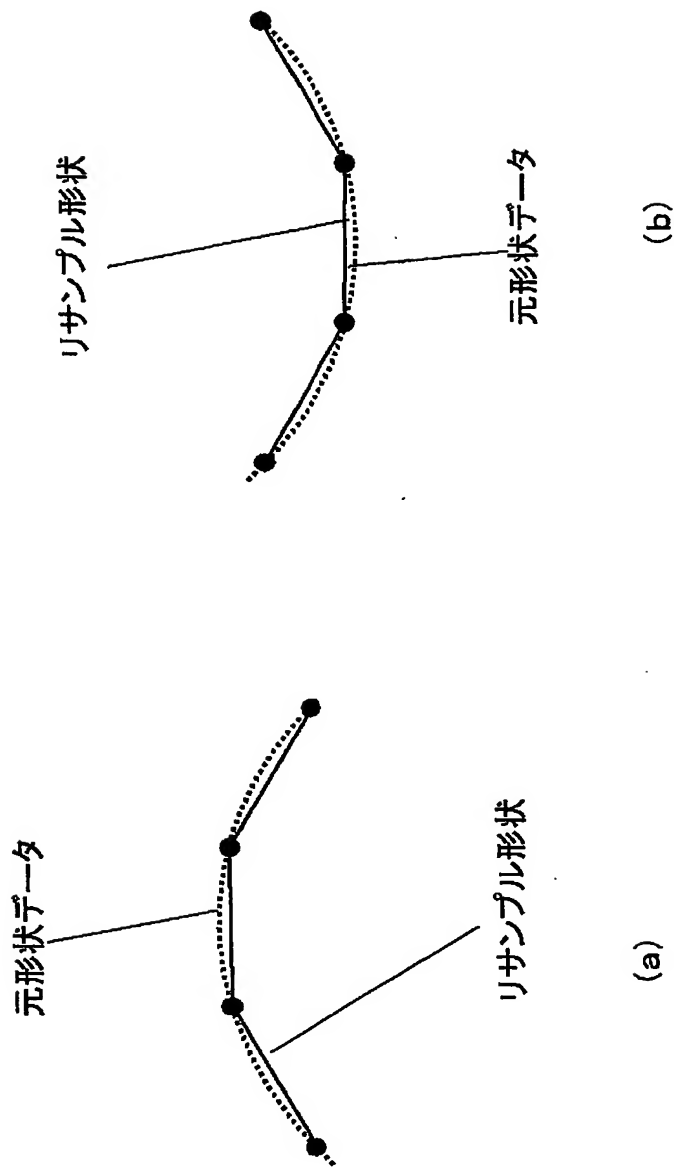


図 16

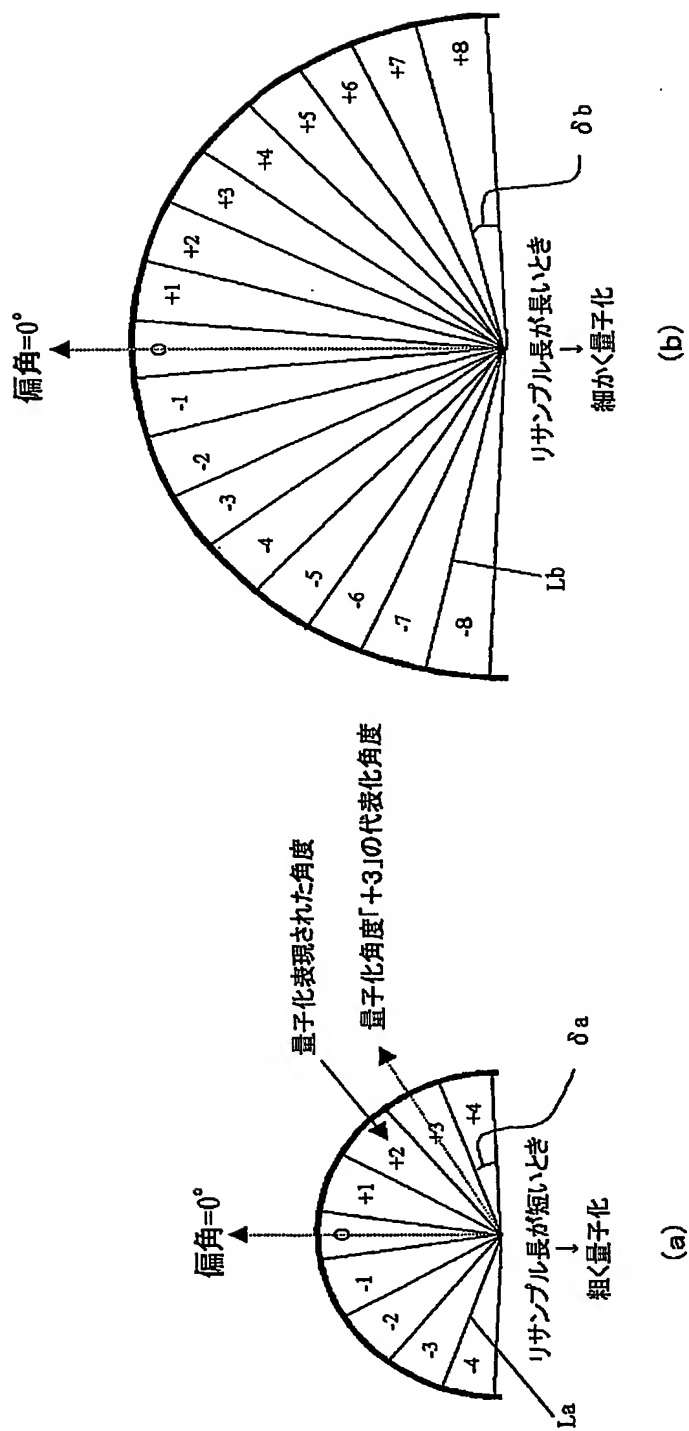




図 17

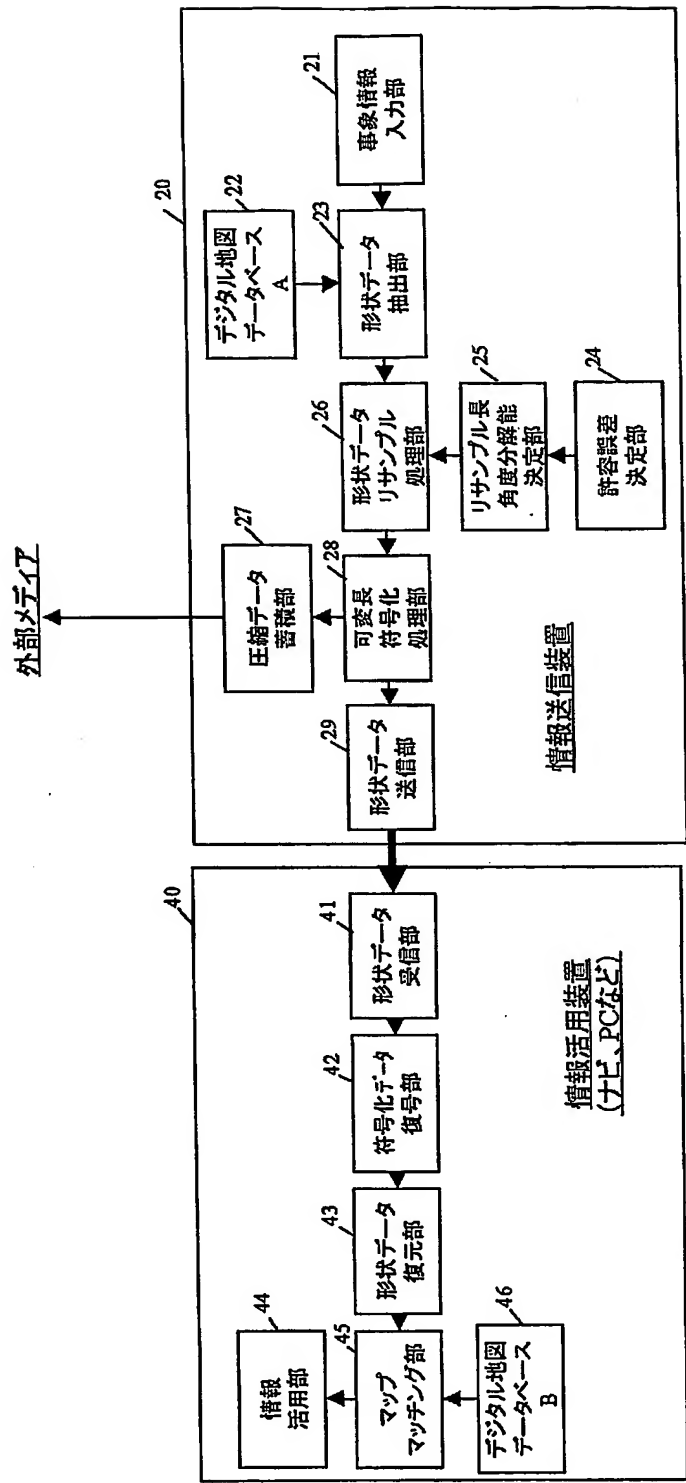


図 18

リサンプル長 (m)	角度分解能 (°) $\delta$
10	6
20	4
40	3
80	2
160	2
320	1
640	1
1280	0.5

図 19

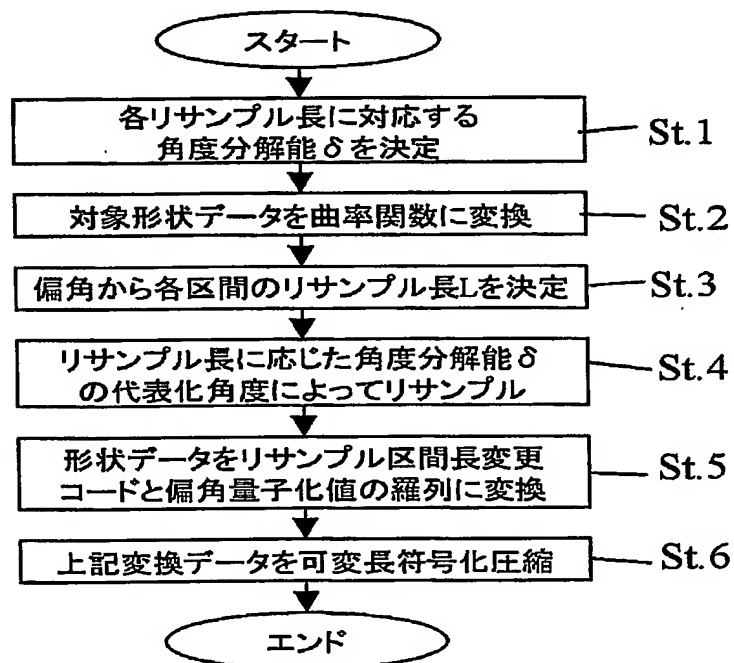


図 20

	←-- 距離誤差Ea(m) --→		
L(m)	$\delta = 1^\circ$	$\delta = 3^\circ$	$\delta = 6^\circ$
10	0.09	0.26	0.52
20	0.17	0.52	1.05
40	0.35	1.05	2.09
80	0.70	2.09	4.19
160	1.40	4.19	8.37
320	2.79	8.38	16.75
640	5.58	16.75	33.50
1280	11.17	33.51	66.99

図 2 1

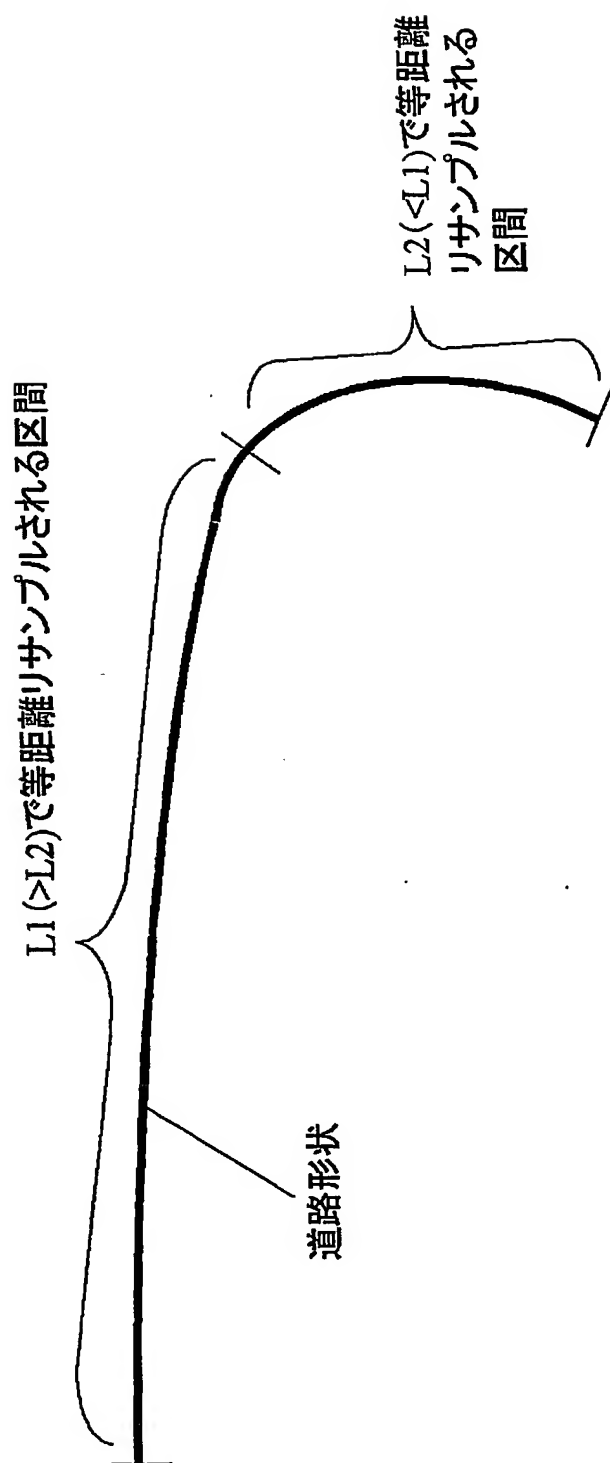


図 2 2

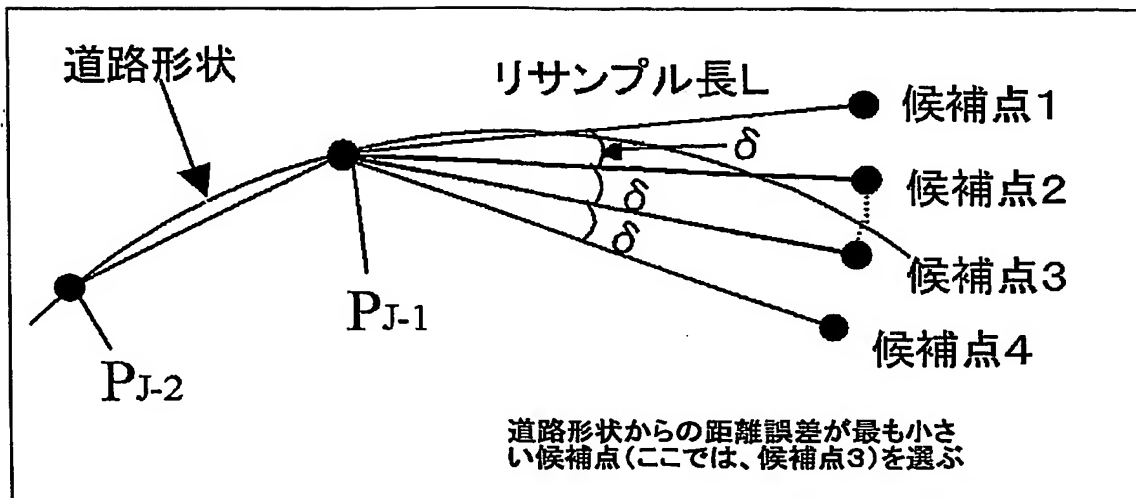


図 2 3

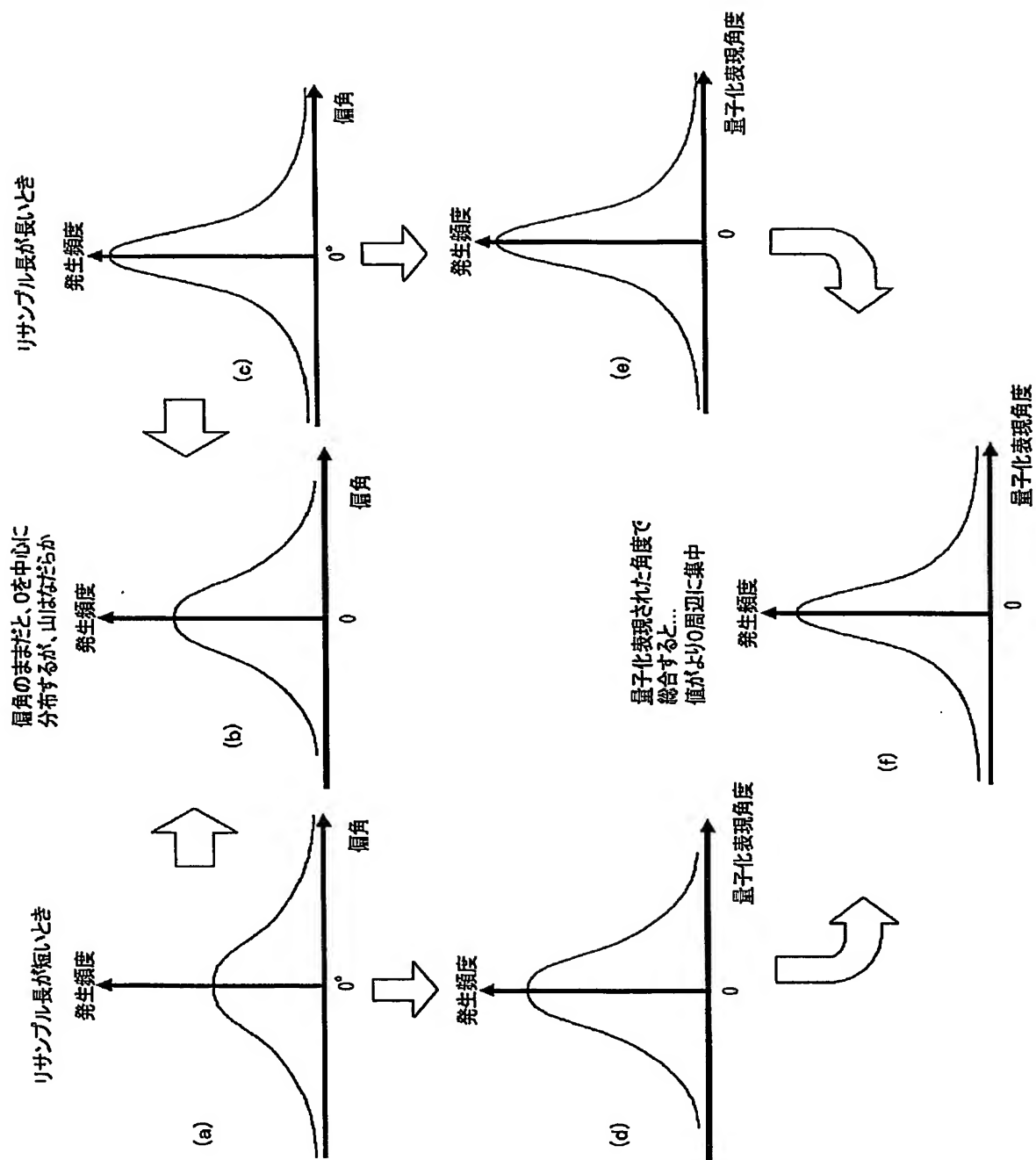


図 2 4

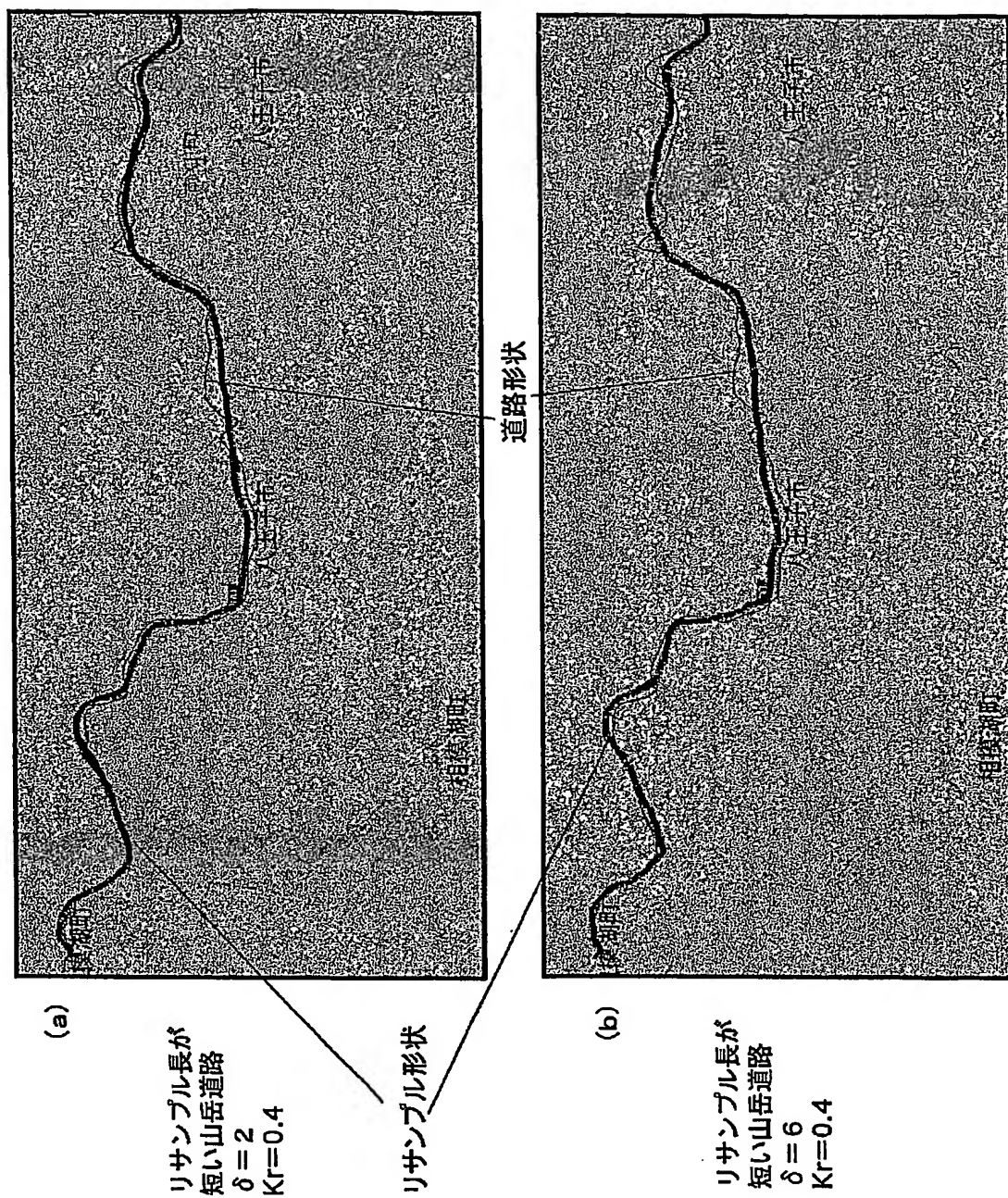


図 25

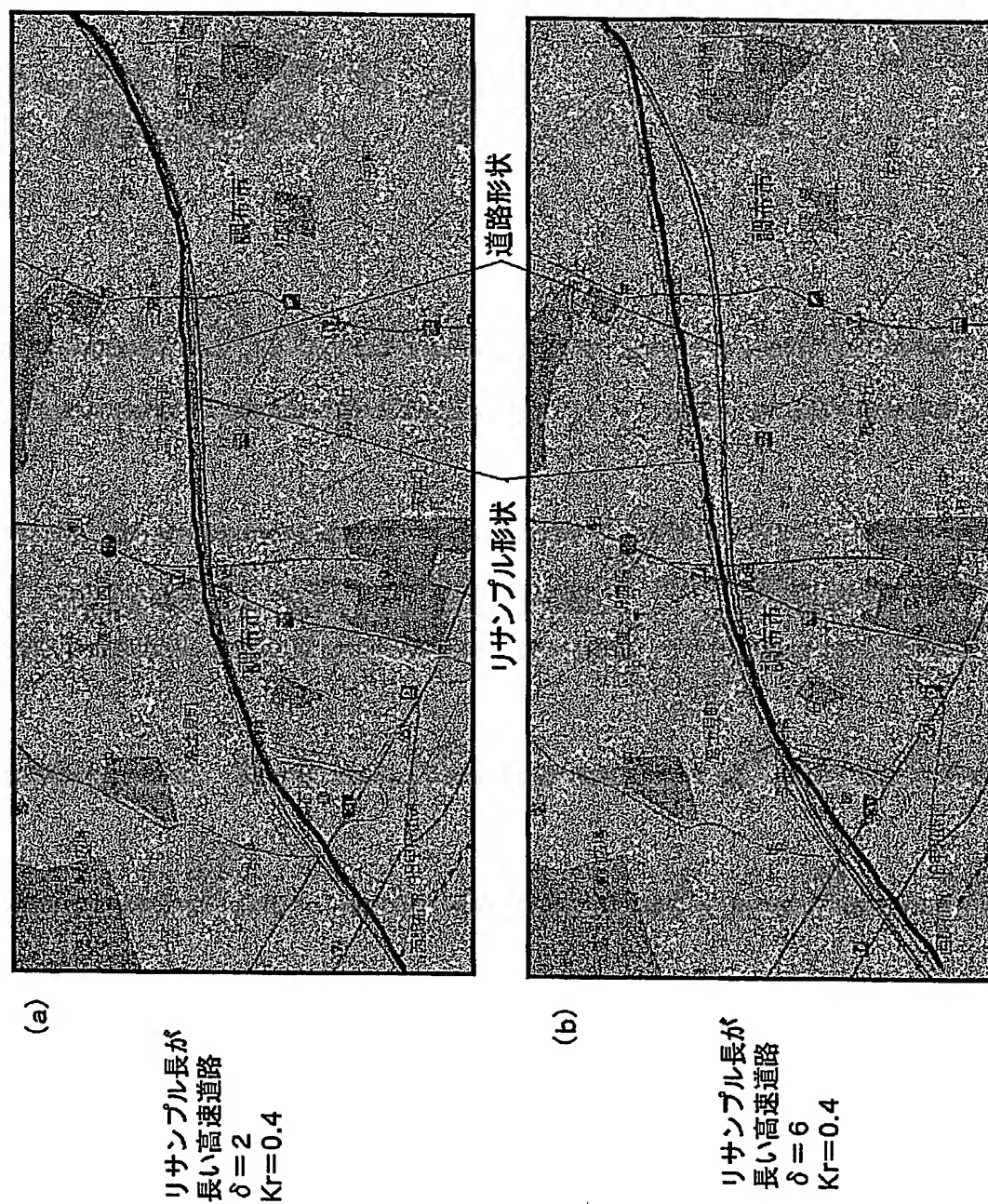
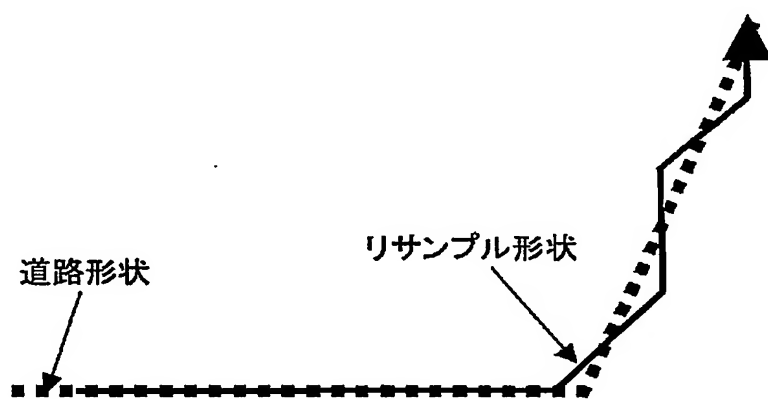




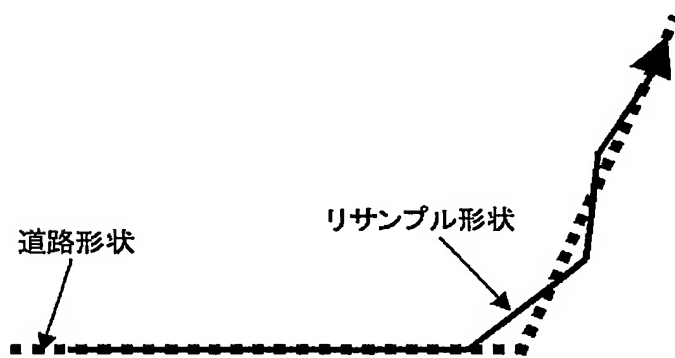
図 2 6

	$\delta = 2^\circ$	$\delta = 6^\circ$
・ 山岳道路	1042bit	790bit
・ 高速道路	182bit	88bit

図 2 7



(a)



(b)

図 2 8

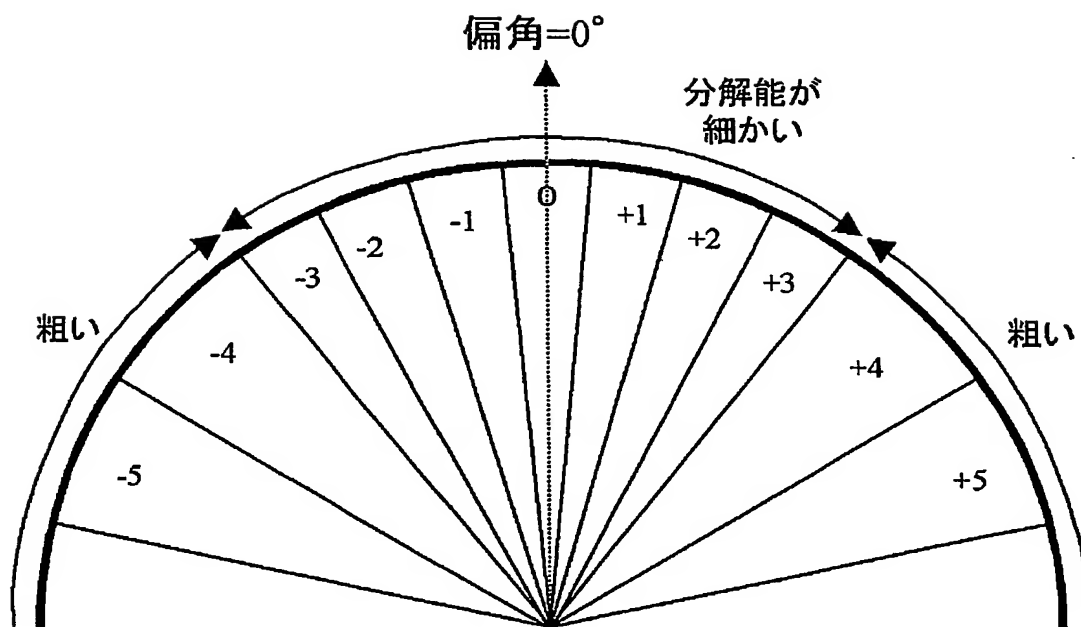


図 2 9

リサンプル長 (m)	角度分解能(°) $ \theta  \leq 10$	角度分解能(°) $10 <  \theta  \leq 60$	角度分解能(°) $60 <  \theta $
10	6	10	30
20	4	6	20
40	3	6	10
80	2	4	4
160	2	2	4
320	1	1	2
640	1	1	2
1280	0.5	0.5	1

図 3 0

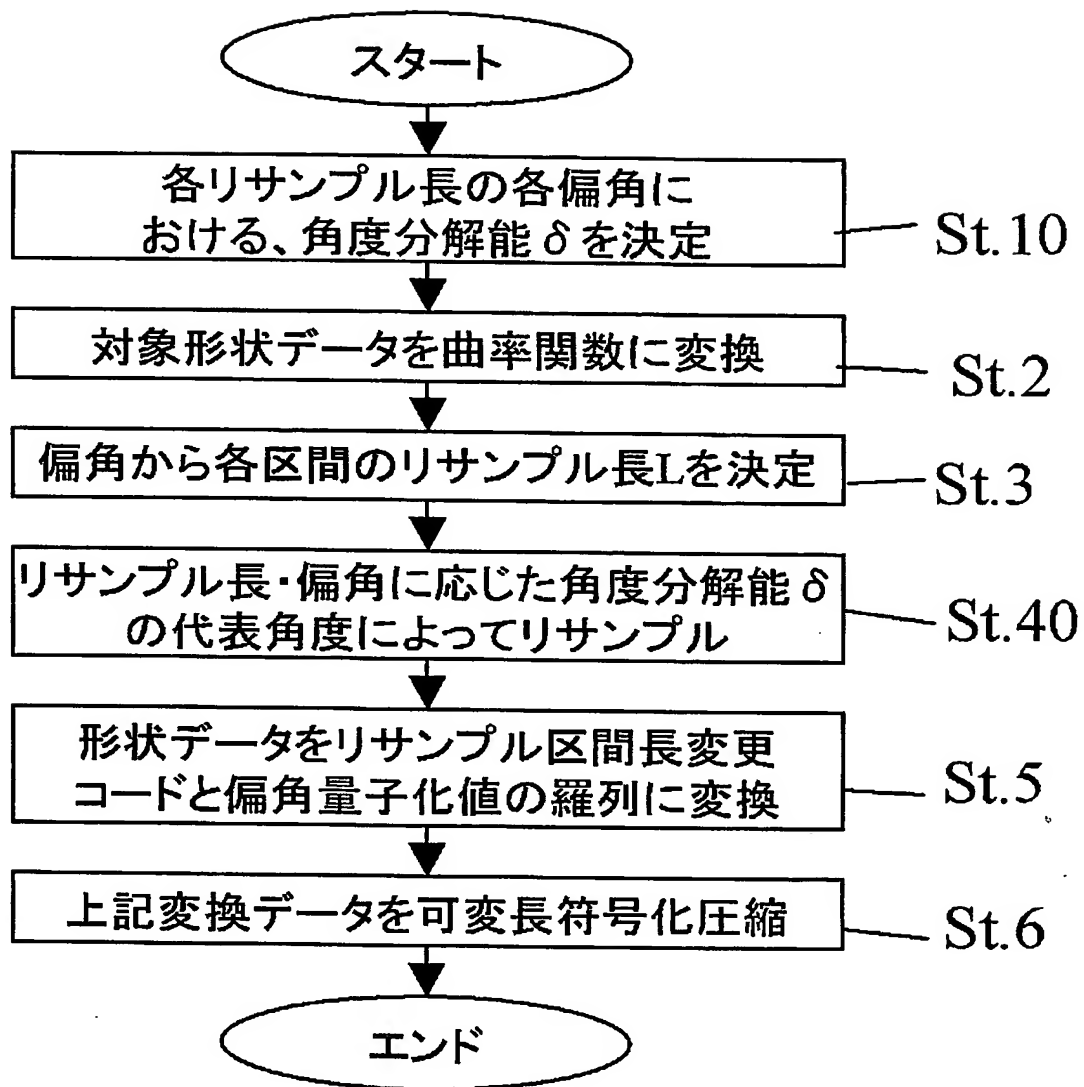


図 3 1

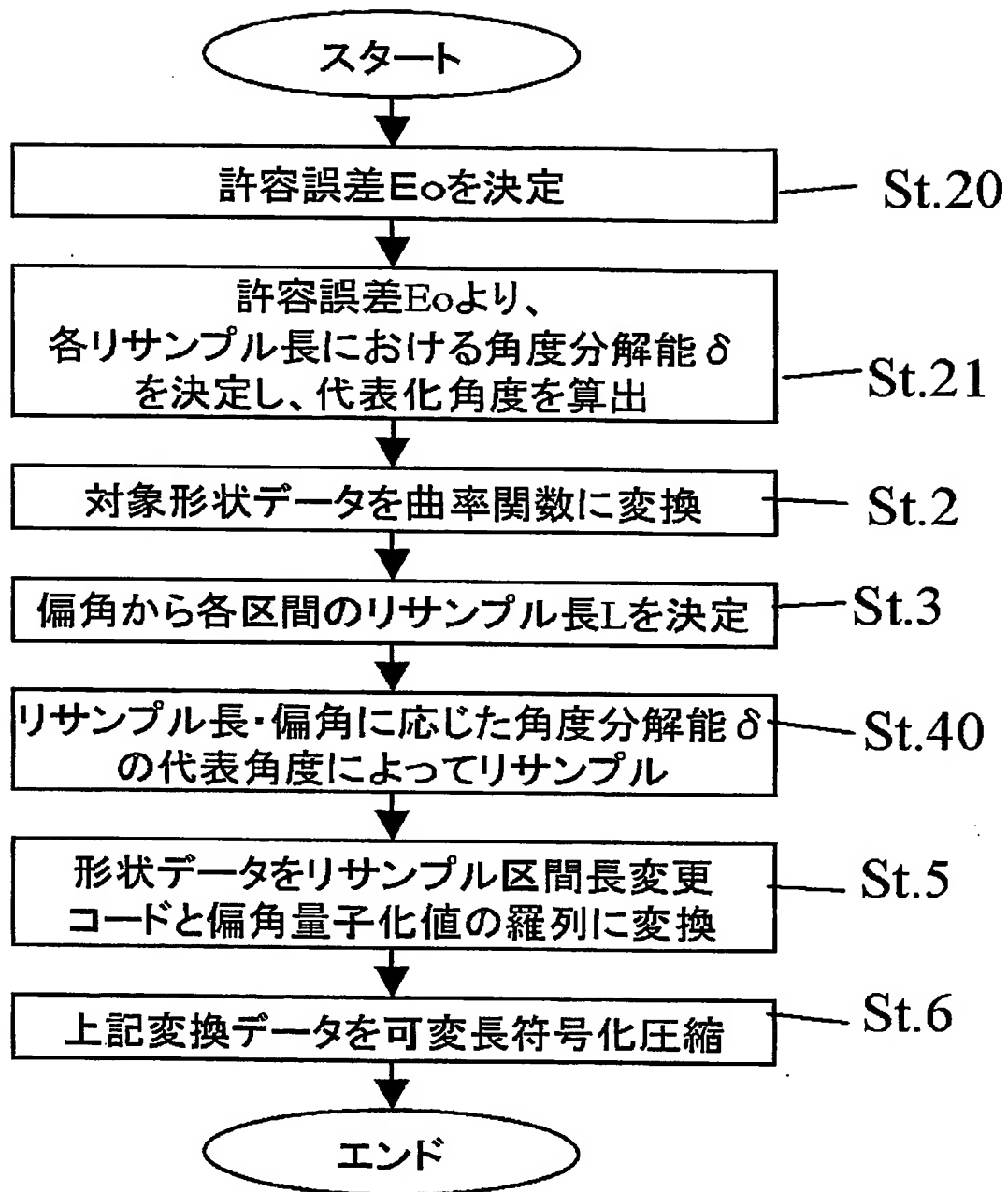


図 3 2

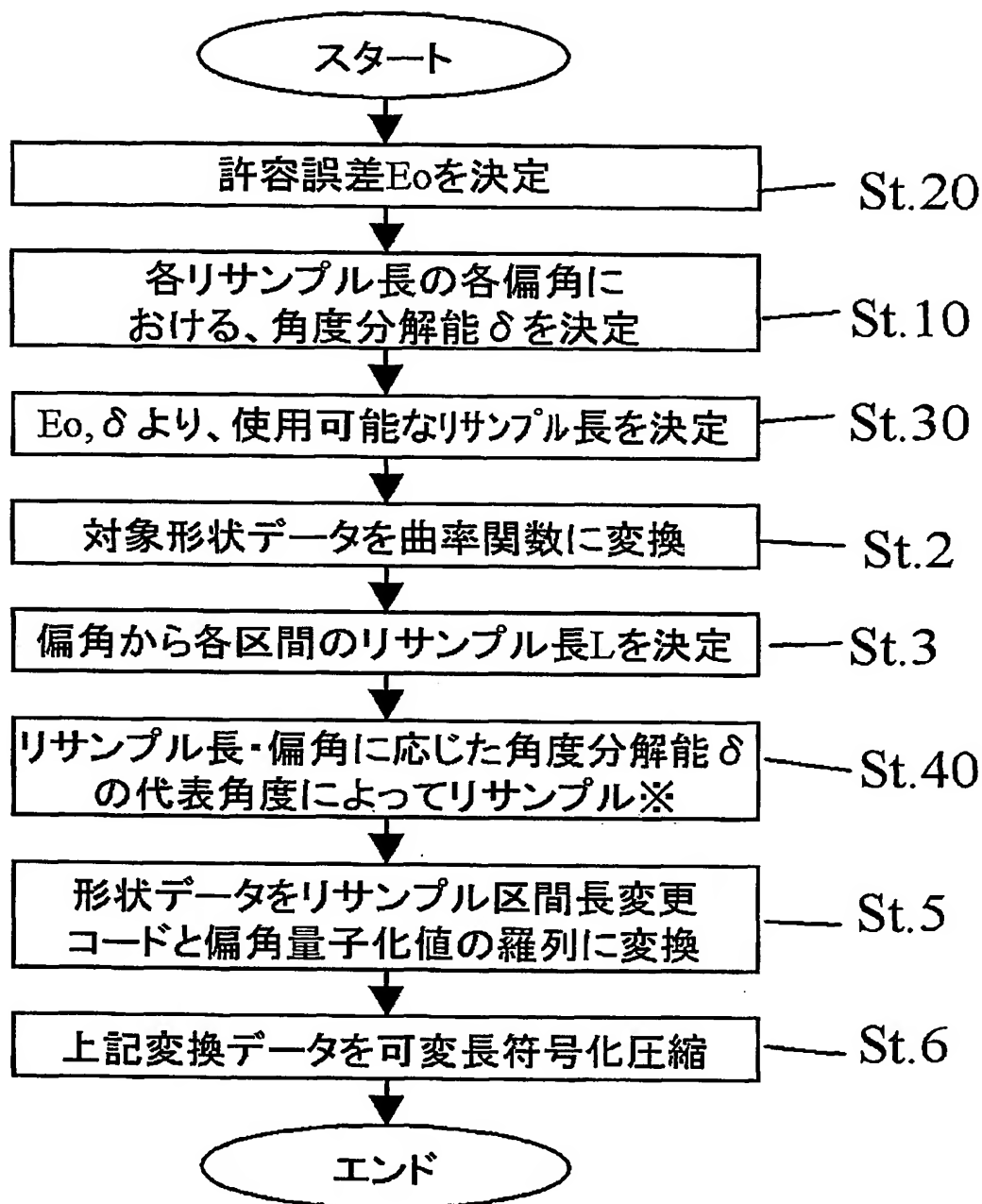


図 3 3

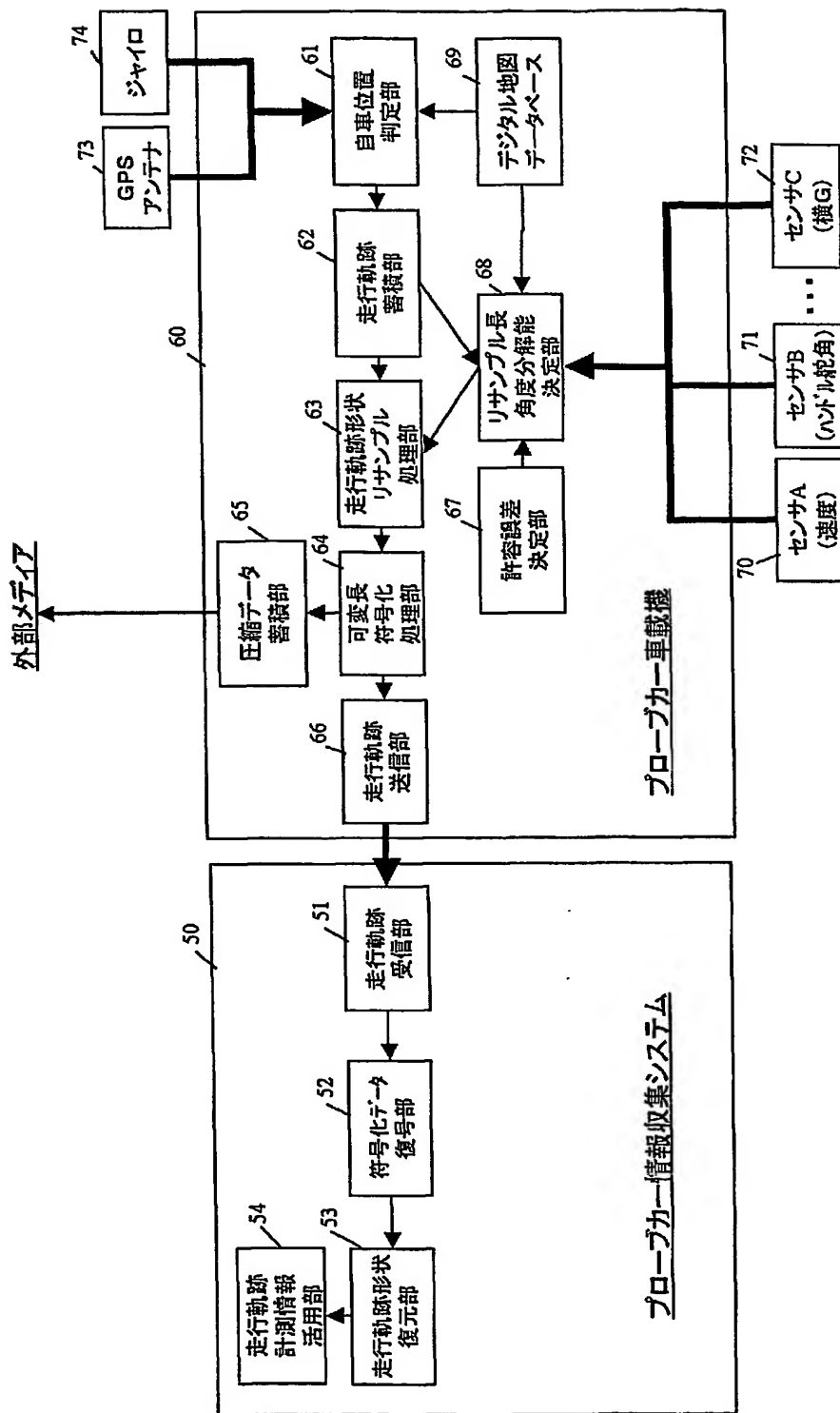


図 3 4

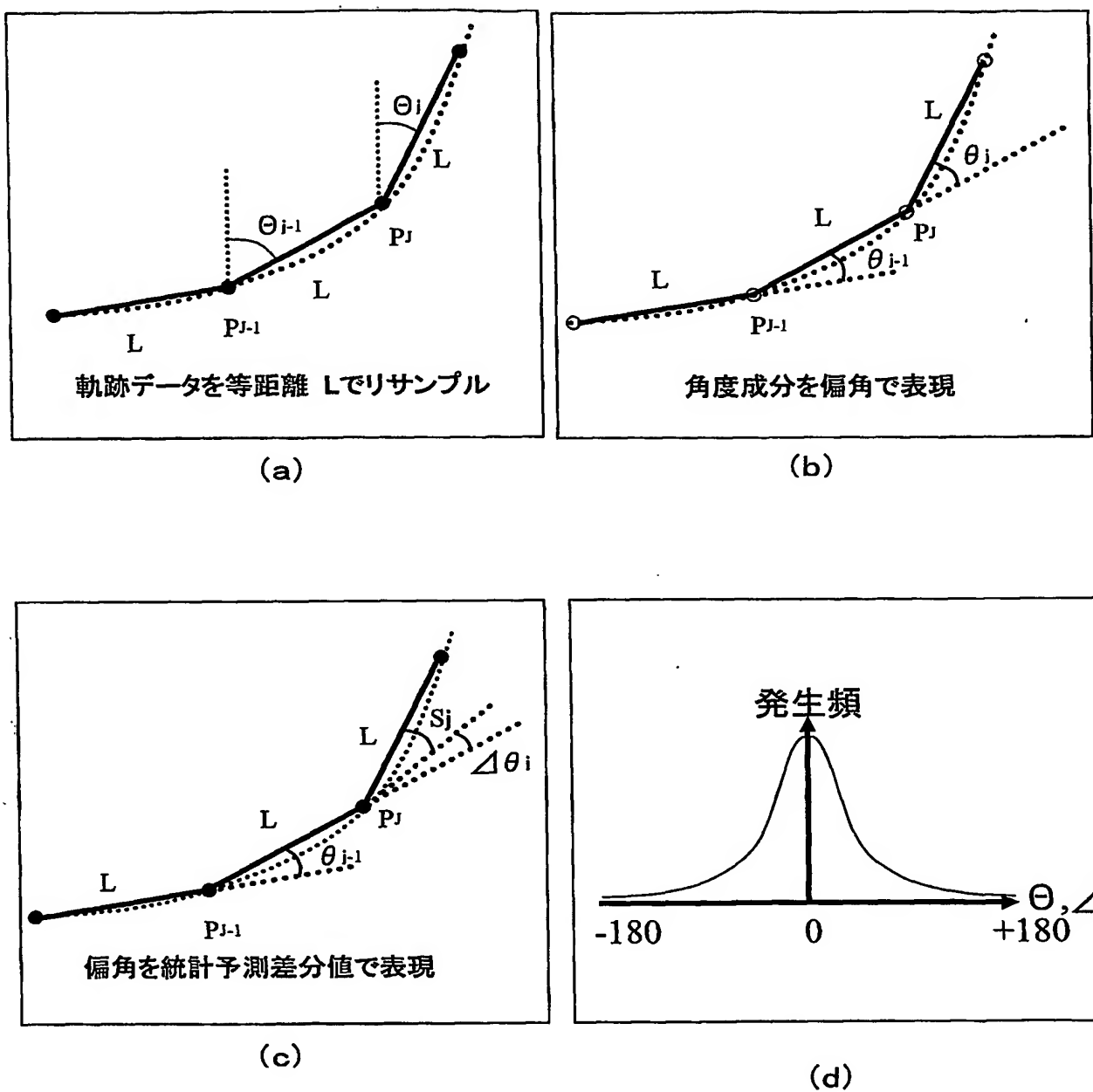


図 3 5

特殊コード		符号	付加ビット	
EODコード		1100	0	
入力値		符号	付加ビット	$\Delta \theta$ の値の 範囲( $^{\circ}$ )
ランレングス	$\Delta \theta$ の値( $^{\circ}$ )			
0	0	0	0	-1 ~ +1
5	0	100	0	"
10	0	1101	0	"
0	$\pm 3$	1110	1(±識別)	$\pm 2 \sim 4$
0	$\pm 6$	111100	1(±識別)	$\pm 5 \sim 7$
0	$\pm 9$	111101	1(±識別)	$\pm 8 \sim 10$
}				

図 3 6

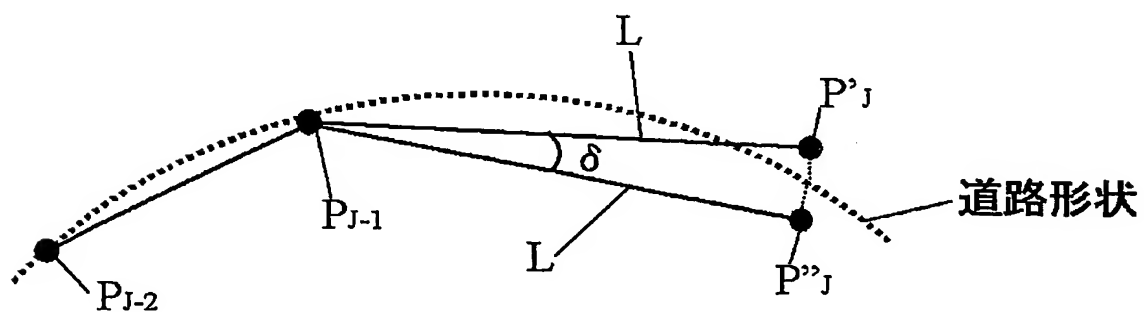
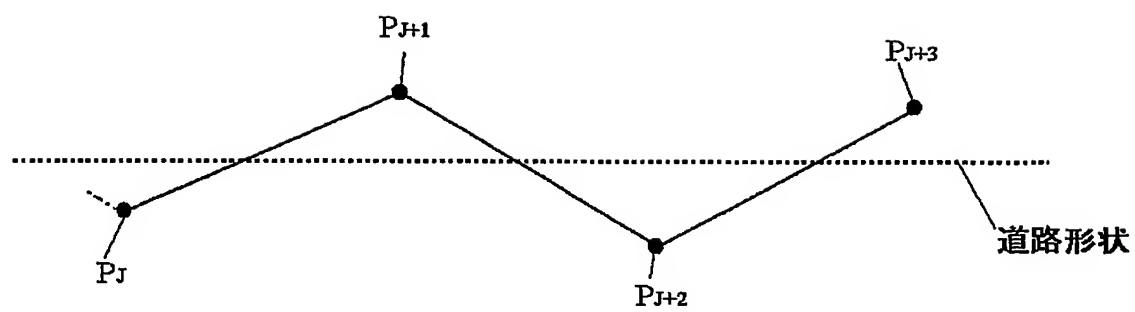




図 37



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008579

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G09B29/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G09B29/00, G06T5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-23357 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 January, 2003 (24.01.03), Par. Nos. [0012] to [0029], [0036] to [0040], [0054] to [0072], [0121]; Figs. 10, 15 & WO 02/091587 A1 & US 2003/0093221 A1 & EP 1385269 A1	1, 6-20 2-5
Y	JP 04-141789 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 15 May, 1992 (15.05.92), Page 2, upper right column, lines 3 to 13 (Family: none)	2, 3
Y	JP 06-52288 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 25 February, 1994 (25.02.94), Column 6, line 49 to column 7, line 32; Fig. 12 (Family: none)	4, 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 August, 2004 (17.08.04)Date of mailing of the international search report  
31 August, 2004 (31.08.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> G09B29/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> G09B29/00, G06T5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-23357 A (松下電器産業株式会社) 2003.01.24 段落【0012】-【0029】、【0036】-【0040】、【0054】-【0072】、【0121】、図	1, 6-20
Y	10, 図15 & WO 02/091587 A1 & US 2003/0093221 A1 & EP 1385269 A1	2-5
Y	JP 04-141789 A (大日本印刷株式会社) 1992.05.15 第2頁右上欄第3-13行 (ファミリーなし)	2, 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.08.2004

国際調査報告の発送日

31.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松川 直樹

2T

3501

電話番号 03-3581-1101 内線 3264

